Verwendung der Simulationstechnik zur Prüfung von Unternehmensstrategien

Dissertation
zur Erlangung der Würde eines Doktors der Staatswissenschaften
vorgelegt der Philosophisch-Historischen Fakultät der Universität
Basel

von
Wolfgang Aurich
von
Misburg/Deutschland

Freiburg i. Br. 1971

OFFSETDRUCKEREI JOHANNES KRAUSE, FREIBURG I. BR.

Verwendung der Simulationstechnik zur Prüfung von Unternehmensstrategien

Dissertation
zur Erlangung der Würde eines Doktors der Staatswissenschaften
vorgelegt der Philosophisch-Historischen Fakultät der Universität
Basel

von
Wolfgang Aurich
von
Misburg/Deutschland

Freiburg i. Br. 1971

OFFSETDRUCKEREI JOHANNES KRAUSE, FREIBURG I. BR.

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Genehmigt von der Philosophisch-Historischen Fakultät der Universität Basel auf Antrag von Prof. Dr. W. Hill und Prof. Dr. E. Nievergelt.

Basel, den 3. Juli 1971

Der Dekan:

Prof. Dr. H. Oesch

Vorbemerkung

Die Entwicklung und Einführung langfristiger Planungssysteme erfordert in einzelnen Arbeitsschritten, vor allem bei der Untersuchung möglicher Unternehmensstrategien, einen erheblichen Arbeits- und Zeitaufwand. Der Aufwand steigt rasch an, wenn die verschiedenen Strategien auch noch mit einer grösseren Anzahl von Varianten untersucht werden oder wenn die Unsicherheit der Prognosen über Marktvolumen, Löhne, Materialpreise etc. in die Untersuchung einbezogen wird.

Die Komplexität und Arbeitsintensität der Strategienauswahl liess den Gedanken entstehen, durch ein Planungsmodell eine Vereinfachung und Beschleunigung der Planungsarbeit anzustreben. Ein derartiges, in der Praxis einsetzbares Modell könnte zudem die Transparenz des Planungsprozesses erhöhen.

Da der praktische Einsatz dieses Modelles von vorrangiger Bedeutung ist, erscheint es unumgänglich, das Modell statt an einem konstruierten Beispiel an einem realen Planungsfall zu prüfen. Dazu wurde ein aus der Beratungstätigkeit der Prognos AG stammender, bereits abgeschlossener Fall herangezogen, dessen Daten, so unvollständig sie vorlagen, als Basismaterial dienten.

Diese Restriktion, keine neuen Daten erheben zu können, erhöhte zwar die Schwierigkeiten bei der Modellerprobung, sie schien jedoch erforderlich, um die praktische Verwendbarkeit einigermassen sicher zu testen.

Das Modell wurde in Fortran IV programmiert und auf einer IBM 360/50 gerechnet. Die hohe Zahl von Programmgrössen und die zahlreichen Programmverzweigungen überschritten zunächst die Compilationskapazität der Anlage, sodass in einigen Teilen eine

Vereinfachung des Modells vorgenommen werden musste. Der Compilationsaufwand blieb jedoch beträchtlich: so betrug die reine Rechenzeit für 70 Durchrechnungen des Modells mit 130 sec. etwa soviel wie die Compilationszeit.

Meinen besonderen Dank möchte ich Herrn Professor Dr. W. Hill und Herrn Dr. M. Timmermann für die wertvollen Anregungen und Hinweise zu dieser Arbeit aussprechen. Herrn Dipl. Math. D. Grimm danke ich für die Hilfestellung bei der Programmierung.

Der Prognos AG habe ich schliesslich für die zur Verfügung gestellte Rechenzeit zu danken.

Wolfgang Aurich

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einführung	1
2. Abgrenzung des Problems im Rahmen der langfristigen Planung	6
2.1. Das Verfahren der langfristigen Planung	6
2.2. Zur Auswahl geeigneter Unternehmensstrategien	11
3. Konzeption des Auswahlinstrumentes	13
3.1. Basis der Modellstrukturen	15
3.2. Simulation oder Optimierung	18
3.3. Arbeitshypothese für das Simulationsmodell	20
4. Das Verfahren der Simulation	22
4.1. Definition der Simulation	22
4.2. Verwendungsmöglichkeiten von Simulationsverfahren	25
5. Theoretische Form des Simulationsmodelles	28
5.1. Das im Modell abzubildende System	29
5.2. Skizze des Simulationsmodelles	33
5.2.1. Anwendungsbereich des Modelles	36
5.2.2. Arbeitsweise des Modelles	36
6. Grundmodell zur Prüfung von Strategien	40
6.1. Generelle Einschränkungen des Anwendungsbereiches	40
6.2. Elemente des Grundmodelles	42
6.2.1. Unternehmensziele	43
6.2.2. Endogene Variable ohne Zielcharakter	46
6.2.2.1. Endogene Variable auf der Absatzseite	46
6.2.2.2. Sonstige endogene Variable	50
6.2.3. Exogene Variable	51
6.2.4. Parameter	52
6.2.4.1. Exogene Parameter	53
6.2.4.2. Endogene Parameter	54
6.3. Modellstrukturen	55
6.3.1. Blockdiagramm des Grundmodelles und mögliche Beziehungsarten	55
6.3.2. Darstellung der Strukturen im Grundmodell	61

6.3.2.1. Ermittlung eines Umsatzerwartungswertes 61

6.3.2.2. Korrektur der Umsatzerwartung durch den gesamtwirtschaftlichen Einfluss und die Branchenentwicklung 65

6.3.2.3. Berücksichtigung des Forschungs- und Entwicklungsaufwandes 71

6.3.2.4. Einfluss durch Preisgestaltung, Werbung, Distribution und Produktgestaltung 77

6.3.2.5. Umsatz-Kosten Beziehungen 83

6.3.2.6. Ermittlung der Abschreibungen und des Reingewinnes 90

6.4. Erzeugung dynamischen Modellverhaltens 94

6.4.1. Tendenzen exogener Variabler 95

6.4.2. Tendenzen endogener Variabler 95

6.4.3. Berücksichtigung neuer und ausscheidender Produktgruppen 96

6.5. Untersuchung von Unternehmensstrategien 98

6.5.1. Eingabe von Strategien in das Modell 99

6.5.2. Simulation von Strategien 100

6.5.3. Auswertung der Ergebnisse 101

7. Prüfung der Gültigkeit des Simulationsmodelles 105

7.1. Daten der Unternehmung 107

7.2. Prüfung der Ergebnisse 109

8. Simulation einer Strategie 114

8.1. Eingabedaten 114

8.2. Auswertung der Simulationsergebnisse 115

9. Zusammenfassung 121

Literaturverzeichnis 123

Anhang:

1. Errechnung der Regressionsparameter 1

1.1. Parameter der mehrdimensionalen, linearen Regression 1

1.2. Parameter der linearen Trendextrapolation 3

2. Flussdiagramm des Grundmodells 4

3. Verzeichnis der benutzten Abkürzungen 13
3.1. Allgemeine Grössen 13
3.2. Eingabegrössen 13
3.2.1. Einwertige Eingabegrössen 13
3.2.2. Eindimensionale Eingabevektoren 17
3.2.3. Matrix-Eingabegrössen 20
3.3. Ausgabegrössen 20
3.4. Programminterne Grössen 20
3.4.1. Grössen mit Bedeutung 21
3.4.2. Grössen mit Zwischenspeicherfunktion und rechentechnischer Aufgabe 23
3.5. Abkürzungen für Zeitschriften und Sammelwerke 24
4. Eingabedaten der simulierten Unternehmensentwicklung 25
4.1. Datensatz der Vergangenheitsentwicklung 25
4.2. Datensatz der Strategien 32
5. EDV-Programm 33

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546026_0025

1. Einführung

Zur bewussten, zielstrebigen Gestaltung der Entwicklung eines Unternehmens ist Planung erforderlich. Je rascher sich die Veränderung der wirtschaftlichen Umwelt vollzieht, je tiefgreifender die Strukturwandlungen im Gefolge eines starken Wachstums der Wirtschaft werden, desto stärker wird der "Zwang zur Planung"[1]. Steigende Kapitalintensität der Verfahren in Produktion, Verwaltung, Vertrieb und Forschung & Entwicklung bei durch die wachsende Unternehmensgrösse abnehmender Flexibilität erhöhen die Reichweite der Wirkung von Entscheidungen, sie werden immer 'risikobehafteter'[2]. Fehlentscheidungen weisen die Tendenz auf, kostspieliger zu werden. Hilfe verspricht in dieser Situation nur eine gründlichere Entscheidungsvorbereitung durch "systematisches Durchdenken und Festlegen von Zielen, Verhaltensweisen und Massnahmen für die Zukunft"[3], d.h. durch Planung der Unternehmensentwicklung.

Je weitreichender die Wirkung von Entscheidungen ist, desto langfristiger muss die Planung werden; die Entscheidung über neue Produktionskapazitäten, die in fünf Jahren betriebsbereit sein und dann fünfzehn Jahre eingesetzt werden können, erfordert die Entwicklung von Vorstellungen darüber, wie das Unternehmen sich unter Berücksichtigung der Veränderungen in seiner Umwelt in diesen 20 Jahren entwickeln soll. Der Planungsprozess muss sich über einen entsprechenden Zeitraum erstrecken, er wird langfristig.

Die Tendenz zum Planen und vor allem zum längerfristigen Planen hat sich in den letzten Jahren in den Unternehmen verstärkt bemerkbar gemacht. Angesichts der durch eine systematische Planung erreichbaren Vorteile, z.B.

---

1) vgl. Hill, W., Unternehmungsplanung, Sammlung Poeschel, Betriebswirtschaftliche Studienbücher, Reihe I: Grundlagen, Stuttgart 1966, S. 9f.
2) Risiko sei hier im Sinn der Umgangssprache verstanden und nicht als der von mathematischen Wahrscheinlichkeiten abhängige Risikobegriff der Entscheidungstheorie (vgl. Schneeweiss, H., Entscheidungskriterien bei Risiko, Berlin-Heidelberg-New York 1966, S. 12).
3) Hill, W., a.a.O., S. 7.

"- Verminderung der Koordinationsmängel
- Senkung der aus Fehlentscheidungen resultierenden Kosten
- Erhöhung der Leistung aller Unternehmensabteilungen
- Erhöhung der Erträge durch bessere Anpassung an die Marktbedürfnisse"[1],

sind die Unternehmen immer eher bereit, den erforderlichen Planungsaufwand zu treiben oder ihn auch noch zu erhöhen.

Diese stärkere Betonung der Planung wurde unterstützt, zum Teil sogar erst sinnvoll, durch neue Arbeitstechniken, die zum einen die Verarbeitung der Daten und zum anderen die mathematischen Verfahren zur Problemlösung betrafen, die erst in Verbindung mit der modernen Datenverarbeitung anwendbar wurden. Hier sind vor allem die Methoden der Unternehmensforschung zu nennen:[2]

- allgemeine lineare Programmierung
- spezielle lineare Programmierung (u.a. stochastische Programmierung)
- nichtlineare Programmierung
- dynamische Programmierung
- Warteschlangenprozesse
- stochastische Verfahren
- Suchprozesse
- Netzplantechnik u.a.

Die stochastischen Verfahren, über die in den letzten Jahren verstärkt Untersuchungen in der betriebswirtschaftlichen und Operations-Research-Literatur veröffentlicht wurden[3], sind speziell zur Untersuchung von Systemen geeignet, die so komplex sind, dass sie einer umfassenden Formulierung und Analyse nicht zugänglich

---

1) Hill, W., a.a.O., S. 71.
2) vgl. Brusberg, H., Der Entwicklungsstand der Unternehmensforschung, Wiesbaden 1965, S. 63ff; Krauss, W., Operations Research, München 1970, S. 100ff.; u.a.
3) vgl. Literaturverzeichnis.

sind.[1)]

Wie Beer[2)] mit seiner Skizze einer kybernetischen Fabrik zeigt, könnten durch die Anwendung der Verfahren zur Untersuchung stochastischer Prozesse für die Planung der Unternehmensentwicklung wertvolle Informationen erarbeitet werden. Speziell für das äusserst komplexe System 'Unternehmung - Umwelt' verspricht die Verwendung der Simulationstechnik Vorteile.[3)]

Es sind in der Literatur bereits einige Untersuchungen und Modellkonzeptionen zu finden, die sich mit Simulationsmodellen der Unternehmung für verschiedene Zwecke beschäftigen:

Ein Simulationsmodell des Unternehmensverhaltens stammt von Bonini[4)]. Es basiert auf dem Unternehmen als einem Entscheidungs- und Informationssystem und benutzt organisatorische, volks- und betriebswirtschaftliche sowie verhaltens- und informationstheoretische Einflüsse und Beziehungen, um das Verhalten eines hypothetischen Unternehmens mit vorgewählter Organisationsstruktur zu simulieren.

Die Modelle von Cyert und March[5)], die zur Bestimmung von Preisen und Absatzentscheidungen dienen, berücksichtigen in Abänderung eines (theoretisch) streng rationalen Entscheidungsprozesses im Unternehmen vier weitere grundsätzliche Verhaltensweisen:[6)]

1. Quasi resolution of conflict
2. Uncertainty avoidance
3. Problemistic search
4. Organizational learning

Zwei dieser Modelle wurden an empirischem Datenmaterial erprobt und zeigten signifikante Uebereinstimmung mit dem realen System,

---

1) vgl. Menges, G., Grundmodelle wirtschaftlicher Entscheidungen, Köln und Opladen 1969, S. 249.
2) vgl. Beer, S., Kybernetik und Management, Taschenbuchausgabe des Fischerverlages, Hamburg 1969, S. 171ff.
3) vgl. Beer, S., a.a.O., S. 221.
4) vgl. Bonini, C.P., Simulation of Information and Decision Systems in the Firm, Chicago 1967.
5) vgl. Cyert, R.M., March, J.G., A Behavioral Theory of the Firm, Englewood Cliffs, New Jersey 1963.
6) vgl. Ebda., S. 116ff.

und zwar

1. Modell zur Simulation der Preis- und Absatzentscheidungen einer Abteilung in einem grossen Warenhaus
2. Modell der Absatzentscheidungen der beiden Wettbewerber eines duopolistischen Marktes für die Zeit von 1913 - 1956.

Von Mattessich[1] wurde ein Simulationsmodell eines Unternehmens entwickelt, das auf Budgetierungsverfahren aufbaut. Diese Budget-Simulation, die neun Teil-Budgets unterscheidet, geht von vergleichsweise einfachen Hypothesen des traditionellen Budgetierens aus, erlaubt aber ein rasches Revidieren des Budgets und das Prüfen der verschiedensten Faktor-Kombinationen.[2]

Müller nennt noch weitere Modellbeschreibungen:[3]

1. die hypothetische 'Task Manufacturing Corporation
2. die hypothetische Unternehmung 'Mark I'
3. das Simulationsverfahren 'Industrial Dynamics'
4. die hypothetische Unternehmung 'Leviathan'
5. die Simulation der Investitionsentscheidungen eines Vermögenstreuhänders.

Diese Modelle und - soweit aus Veröffentlichungen ersichtlich - andere Simulationsansätze eignen sich jedoch nur bedingt oder überhaupt nicht für den Einsatz bei der langfristigen Unternehmensplanung. Sei es, dass den Modellen hypothetische Unternehmen zugrundeliegen, sei es, dass die kurzfristigen Aspekte der Unternehmensentwicklung und des Unternehmensverhaltens zu stark dominieren oder dass wichtige Bereiche der langfristigen Planung, wie z.B. die Unternehmensumwelt mit ihren vielfältigen Einflüssen auf die Unternehmensentwicklung, nicht entsprechend berücksichtigt werden.

---

1) vgl. Mattessich, R., Simulation of the Firm through a Budget Computer Program, Homewood, Illinois 1964.
2) vgl. Ebda., S. 193.
3) vgl. Müller, W., Die Simulation betriebswirtschaftlicher Systeme, Diss. Köln 1967, S. 93f.

Soweit ersichtlich existieren bislang noch keine Simulationsmodelle für den Prozess der langfristigen Unternehmensplanung. Allerdings kann vermutet werden, dass in verschiedenen Unternehmen der USA und Europas an derartigen Modellen gearbeitet wird. Veröffentlichungen darüber sind jedoch kaum zu erwarten, da das Interesse der Unternehmen an einer Veröffentlichung gering sein dürfte.

Aufbauend auf eigenen Erfahrungen bei der Einführung langfristiger Planungssysteme wird nun in der vorliegenden Arbeit versucht, unter Verwendung der Simulationstechnik ein Instrument zu entwickeln, das im Rahmen einer langfristigen Unternehmensplanung speziell für die im allgemeinen recht aufwendige Untersuchung von Unternehmensstrategien einzusetzen ist.

Ansatzpunkt der Entwicklung dieses Planungsinstrumentes ist dabei das reale Unternehmen, das vor der Aufgabe steht, seine langfristige Entwicklung zu planen. Entsprechend dieser praxisnahen Orientierung, d.h. der Forderung, ein praktisch einsetzbares Instrument zu entwickeln, wird der Versuch gemacht, das System 'Unternehmen - Umwelt' von den empirisch feststellbaren Zuständen und Entwicklungen in der Vergangenheit ausgehend in seiner langfristigen Entwicklung durch ein Modell nachzuahmen und aus diesem Modell das angestrebte Instrument zu entwickeln. Das Modell soll also auch mit den unvollkommenen Daten und Informationen der Praxis noch planerisch verwertbare Aussagen bieten können.

Um diesem Ziel eines in der Praxis einsetzbaren Planungsinstrumentes näherzukommen, wird weitgehend auf den Einbau von in theoretischer Form vorliegenden funktionalen Beziehungen (Produktionsfunktionen, Kostenfunktionen etc.) verzichtet.

2. Abgrenzung des Problems im Rahmen der langfristigen Planung

Langfristige Unternehmensplanung wird von Menzl definiert "als das im Rahmen des Leitbildes systematische Vorbereiten bestmöglicher Entscheidungen mit langfristiger Wirkung, zur Festlegung der von der Unternehmung zu verfolgenden Ziele und zur Ausgestaltung der Unternehmung in Richtung auf diese Ziele"[1]. Das Schwergewicht der langfristigen Unternehmensplanung liegt dabei nicht so sehr auf der zeitlichen Fristigkeit, sondern auf dem Wirkungsbereich, d.h. der Reichweite der im Planungszeitpunkt zu fällenden Entscheidungen, die gleichzeitig das gesamte Unternehmen betreffen und erfassen. Zur stärkeren Hervorhebung dieser Problemorientierung gegenüber einer Zeitorientierung wird von Hill[2] die Bezeichnung 'strategische Planung' benutzt.

2.1. Das Verfahren der langfristigen Planung

Die langfristige oder strategische Planung erfährt als formaler Prozess in der Praxis von Unternehmung zu Unternehmung unterschiedliche Ausformungen. Im wesentlichen lassen sich die in Abb. 1 dargestellten Planungsschritte unterscheiden.

Die ersten 3 Schritte

- Unternehmensanalyse
- Umweltanalyse
- Zielplanungsprozess[3]

dienen grob umrissen zur Beantwortung der Fragen

---

1) Menzl, A., Grundlagen der langfristigen Unternehmensplanung mit Beispielen aus der Kunststoff-Verpackungs-Industrie, Diss. St. Gallen, Winterthur 1969, S. 15.
2) vgl. Hill, W., Beitrag zu einer modernen Konzeption der Unternehmensleitung, in: Mitteilungen der List-Gesellschaft, Facs. 6, Nr. 11, S. 281.
3) vgl. zur Formulierung genereller Unternehmensziele, Definition des Unternehmenszweckes und allgemeiner Verhaltensgrundsätze: Higginson, M.V., Management Policies I a. II, AMA Research Study 78, New York 1966.

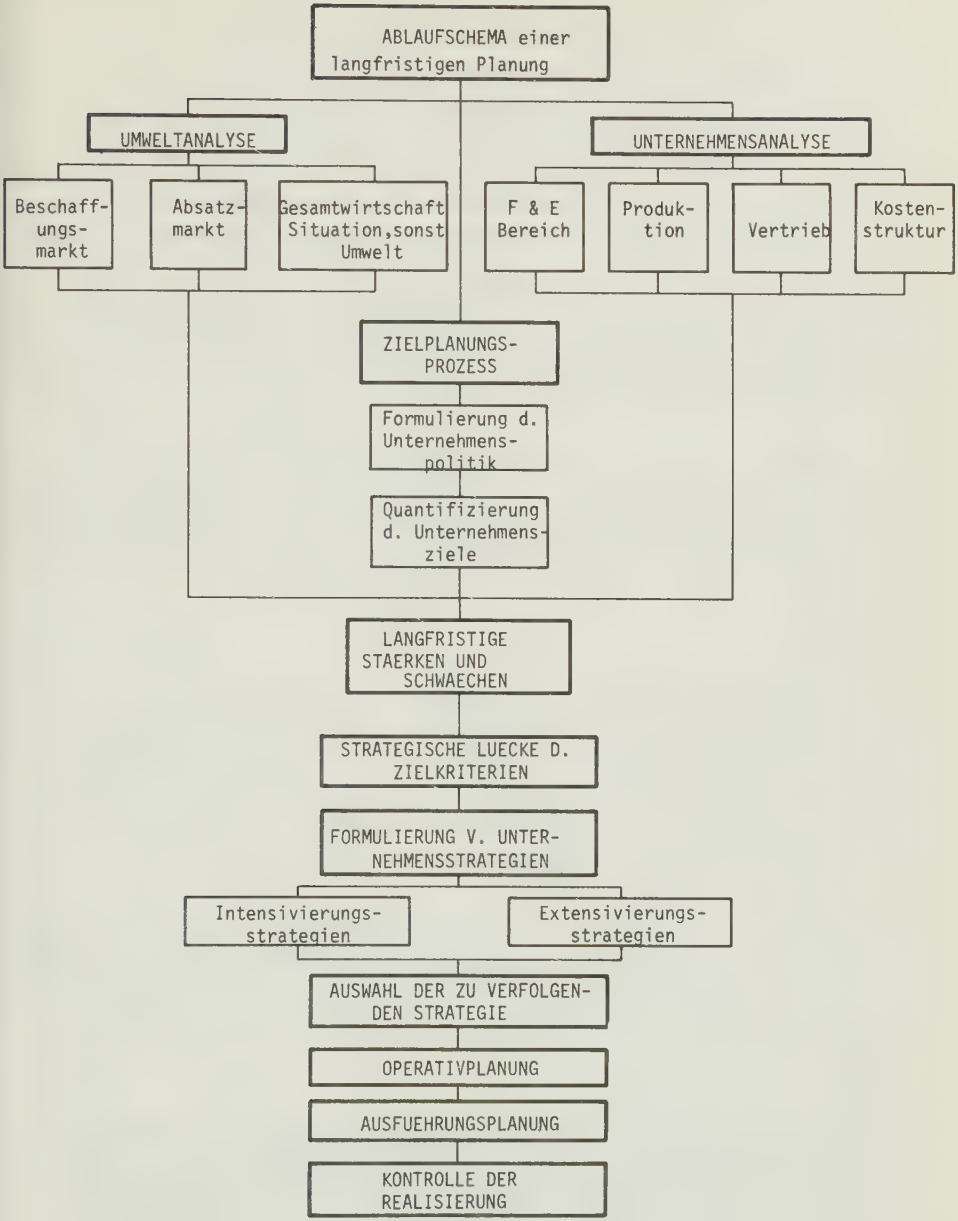

ABLAUFSCHEMA einer langfristigen Planung
UMWELTANALYSE
UNTERNEHMENSANALYSE
Beschaff-ungs-markt
Absatz-markt
Gesamtwirtschaft Situation,sonst Umwelt
F & E Bereich
Produk-tion
Vertrieb
Kosten-struktur
ZIELPLANUNGS-PROZESS
Formulierung d. Unternehmens-politik
Quantifizierung d. Unternehmens-ziele
LANGFRISTIGE STAERKEN UND SCHWAECHEN
STRATEGISCHE LUECKE D. ZIELKRITERIEN
FORMULIERUNG V. UNTER-NEHMENSSTRATEGIEN
Intensivierungs-strategien
Extensivierungs-strategien
AUSWAHL DER ZU VERFOLGEN-DEN STRATEGIE
OPERATIVPLANUNG
AUSFUEHRUNGSPLANUNG
KONTROLLE DER REALISIERUNG

Abb.1

1. Wie stellt sich die Situation des Unternehmens unter langfristigem Aspekt dar?
2. Welche Entwicklungen sind in der Umwelt des Unternehmens erkennbar und zu erwarten?
3. Was will das Unternehmen im Planungszeitraum erreichen?

Erst wenn über diese drei Komplexe Klarheit geschaffen ist, die Basisinformationen erarbeitet sind, kann mit der eigentlichen strategischen Planung begonnen werden.

Unter Berücksichtigung der Umwelt und der gesetzten Unternehmensziele sind im ersten Schritt dieser strategischen Planung langfristig relevante Stärken und Schwächen des Unternehmens herauszuarbeiten, die für eine Erreichung der Unternehmensziele bedeutungsvoll sind.

Unter der Annahme, dass diese Stärken und Schwächen nicht verändert werden und keine Ausrichtung an Unternehmenszielen erfolgt, wird eine hypothetische Entwicklung des Unternehmens prognostiziert, die eine 'Normalentwicklung' unter Beibehaltung bisheriger Verhaltensweisen darstellt. Diese Normalentwicklung ist für jedes der gesetzten Unternehmensziele zu schätzen.

Eine Gegenüberstellung mit der Sollentwicklung, d.h. der im Zielplanungsprozess aufgestellten Unternehmensziele, führt zur Ableitung einer strategischen Lücke[1]. Die Darstellung einer solchen strategischen Lücke bezüglich eines Zielkriteriums, z.B. Umsatz, erfolgt in Abb. 2.

---

1) zur 'Strategischen Lücke' vgl. Hill, W., Die Strategienplanung im Rahmen der langfristigen Unternehmungsplanung, unveröffentl. Manuskript eines Vortrages auf dem Erfahrungsaustausch 'Langfristige Unternehmensplanung' der Prognos AG in Basel, 1968, S. 8; vgl. Humble, J.W., Ziele setzen - Gewinne steigern, München 1967, S. 47; diese und andere Autoren unterscheiden zwischen einer Leistungslücke, die durch Verbesserung gegenwärtig verfolgter Strategien zu schliessen ist, und einer strategischen Lücke, die durch neue Strategien zu schliessen ist. Für die hier angestrebten Zwecke ist eine Zusammenfassung zur 'Strategischen Lücke' praktischer.

DARSTELLUNG DER STRATEGISCHEN LUECKE

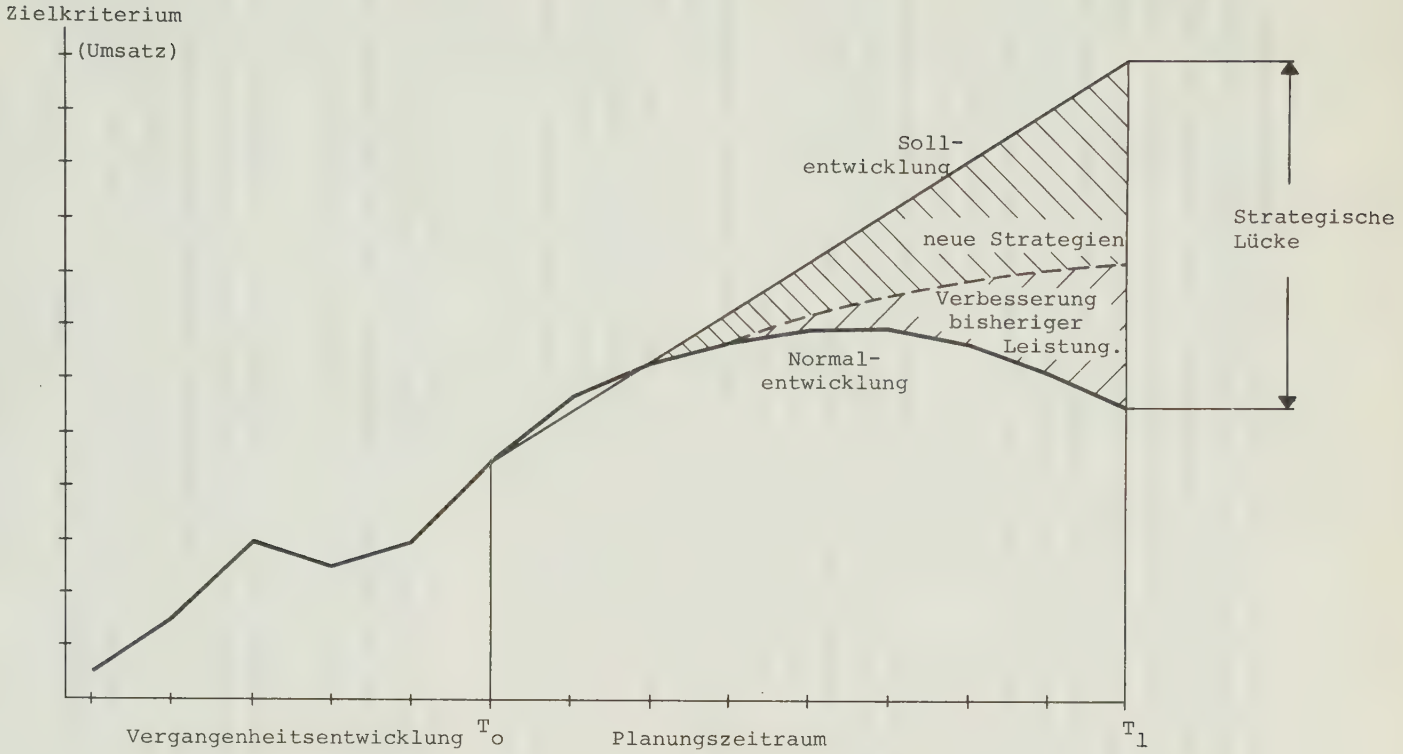


Abb. 2

Ist eine Diskrepanz zwischen hypothetischer Normalentwicklung und Sollentwicklung, also eine strategische Lücke, für das Unternehmen festzustellen, so sind Strategien zu erarbeiten, die eine Veränderung der Unternehmensentwicklung in Richtung der Sollwerte bewirken. Unter Strategie ist in diesem Zusammenhang jede langfristig orientierte und wirkende Verhaltensweise des Unternehmens zur Beeinflussung seiner Zielgrössen zu verstehen. Entsprechend der Langfristigkeit ist der Detaillierungsgrad einer solchen Unternehmensstrategie relativ gering. Z.B. ist die Ausweitung des Absatzes auf eine neue Region als Strategie anzusehen, ihre Quantifizierung würde zunächst nur grobe Abschätzungen der entstehenden Kosten, der möglichen Umsätze und des Gesamtzeitbedarfs zur Durchführung umfassen. Die tatsächliche Durchführung und ihre Planung bleibt der operativen und Ausführungsplanung vorbehalten.[1)]

Es sind zwei Gruppen von Strategien zu unterscheiden: Intensivierungs- und Extensivierungsstrategien. Zu den Intensivierungsstrategien zählen im wesentlichen Rationalisierungsvorhaben, die der Verbesserung der bisherigen Leistungserbringung des Unternehmens dienen. Extensivierungsstrategien zielen auf die Erweiterung der bisherigen Leistungen, z.B. Einführung neuer Produkte auf neuen Märkten.

Die Palette der vom Unternehmen möglicherweise zu verfolgenden Strategien ist in einer Art schöpferischen Vorgehensweise zu schaffen. Hilfestellung bieten hierfür Verfahren wie Brainstorming[2)], Synectik oder andere systematische Suchmethoden.[3)]

Die entwickelten möglichen Strategien sind in einem meist mehrstufigen Prozess auf ihre Eignung zu prüfen, die festgestellten strategischen Lücken zu schliessen, und zwar unter Berücksichtigung der im Unternehmen vorhandenen Stärken und Schwächen, Entwicklungsgrenzen und sonstiger Restriktionen, wie z.B. maximaler Fremdkapitalanteil.

---

1) vgl. Hill, W., Unternehmensplanung, a.a.O., S. 24
2) vgl. Clark, C., Brainstorming, Deutsche Uebersetzung, München 1966.
3) vgl. die Suchmethode zur Formulierung von Strategien bei Ansoff, H.J., Management Strategien, München 1966, S. 41.

Die Strategie, für die sich das Unternehmen entscheidet, ist in der weiteren Planungsarbeit der Operativplanung und schliesslich der Ausführungsplanung zu unterziehen. Die Operativplanung umfasst die Formulierung der Massnahmen und Ziele, die aus der gewählten Strategie für die einzelnen Unternehmensbereiche abzuleiten sind. Ihr Detaillierungsgrad ist entsprechend grösser. Die grösste Detaillierung wird in der anschliessenden Ausführungsplanung erreicht, in der jede einzelne Massnahme zeitlich und ablaufmässig festgelegt wird.

Mit der Kontrolle der Ausführung schliesst sich der Planungsprozess, da die neu entstehenden Informationen zu einer Veränderung der Basisinformationen über Unternehmen und Umwelt führen und somit einen erneuten Planungsdurchgang initiieren können. Eine Wiederholung wird im allgemeinen periodisch als rollende Planung[1] mit einer Fortschreibung des Planungszeitraumes vorgenommen.

2.2. Zur Auswahl geeigneter Unternehmensstrategien

Der im folgenden interessierende Planungsschritt ist die Auswahl der für die gesetzten Unternehmensziele am besten geeigneten Strategie.

Auf Grund der Ausrichtung der Planung an den anzustrebenden Unternehmenszielen ergibt sich zwangsläufig als entscheidendes Auswahlkriterium einer Strategie der Grad ihrer wahrscheinlichen Zielerreichung.

Bei der Auswahl oder Bestimmung dieser bezüglich der Zielerreichung 'optimalen Strategie' sind nun eine Reihe von Schwierigkeiten zu bewältigen:

---

1) vgl. Agthe, K., Langfristige Unternehmensplanung, in: Unternehmensplanung, Hg.: Agthe, K., Schnaufer, E., Baden-Baden 1963, S. 65.

1. Bestehen in einem Unternehmen nicht nur ein einziges Ziel (z.B. Gewinnmaximierung), sondern gibt es ein Zielsystem[1] oder eine mehrdimensionale Zielsetzung, so ist die Güte einer Strategie bezüglich der verschiedenen Zielkriterien nur in Ausnahmefällen gleich.

2. Es muss eine hypothetische Entwicklung des Unternehmens ohne Verfolgung anderer als der bisherigen Strategien prognostiziert werden (Normal-Entwicklung).

3. Es sind Aussagen über die Entwicklung der Umwelt erforderlich, in der sich das Unternehmen in der Zukunft zu behaupten hat. Diese Entwicklung ist nicht deterministisch vorhersagbar, sondern es können zufällige oder auf Grund der verfügbaren unvollkommenen Informationen ungewisse Einflüsse auftreten. Es besteht das Problem der Prognoseunsicherheit.[2]

4. Es ist eine Vielzahl von Annahmen zu treffen, deren Veränderung die Verwendbarkeit einer Strategie erheblich tangieren können.

5. Der Arbeitsumfang bei der Auswahl der 'optimalen' Strategie steigt sehr schnell mit der Zahl der untersuchten möglichen Strategien und der Komplexität und Feinheit, mit der die langfristig relevanten Beziehungszusammenhänge berücksichtigt werden. Höhere Feinheit und grössere Auswahlmenge erhöhen aber auf der anderen Seite die Erfolgsmöglichkeiten des Auswahlprozesses.

6. Die zur Untersuchung der Unternehmensstrategien benutzten Basisinformationen sind permanent zu aktualisieren, ebenso ist im Rahmen der rollenden Planung die Strategienauswahl für den fortgeschriebenen Planungszeitraum periodisch zu wiederholen.

7. Bei überraschender Aenderung wichtiger Annahmen ist oft eine rasche Ueberprüfung der verfolgten Strategien erforderlich, in diesem Fall muss der Planungsprozess relativ rasch durchlaufen werden können.

---

1) vgl. Heinen, E., Das Zielsystem der Unternehmung - Grundlagen betriebswirtschaftlicher Entscheidungen, Wiesbaden 1966, S. 89 ff.

2) vgl. Schwarze, J., Stochastische Ansätze in der Theorie der Unternehmung, Schriften zur wirtschaftswissenschaftlichen Forschung Bd. 23, Meisenheim am Glan 1967, S. 6 f.

8. Für die Beziehungszusammenhänge gilt ebenso eine Prognoseunsicherheit wie für die Umweltprognose.[1)]

Zur Bewältigung dieser und anderer Probleme, die bei der Auswahl von Unternehmensstrategien im Rahmen der langfristigen Planung zu erwarten sind, erscheint es wünschenswert und zweckmässig zu sein, ein Instrument zu besitzen, mit dessen Einsatz dieser Arbeitsschritt der 'Langfrist-Planung' vereinfacht, erleichtert und in seiner Güte verbessert wird.

Gleichzeitig würde durch ein solches Instrument der Planungsprozess in dieser Phase transparenter und für die Unternehmensleitung, die über die schlussendlich zu verfolgende Strategie zu entscheiden hat, nachvollziehbar und überprüfbar werden.

Speziell die zu berücksichtigende Einwirkung zufälliger oder scheinbar zufälliger[2)] Grössen lässt zunächst den Gedanken entstehen, ein solches Instrument mit Hilfe der Simulationstechnik zu konstruieren.

3. Konzeption des Auswahlinstrumentes

Für die Konzeption des Auswahlinstrumentes ist zunächst neben der oben erwähnten Verwendung eines Modelles auch ein Aufbau auf dem Verfahren der Nutzwert-Analyse, der Kosten-Nutzen-Analyse oder der Wirtschaftlichkeitsrechnung denkbar.

Die Nutzwert-Analyse oder ihre, speziell für volkswirtschaftliche Probleme verwendete Abwandlung, die Kosten-Nutzen-Analyse, wird zweckmässig für die Beurteilung oder Bewertung von Problemen auf-

---

1) vgl. Koller, H., Simulation und Planspieltechnik, Wiesbaden 1969, S. 34.
2) d.h. es liegen nicht genügend Kenntnisse über die tatsächliche Struktur und Wirkung dieser Grössen vor, grundsätzlich wäre ihre Kenntnis aber denkbar.

grund überwiegend qualitativer Kriterien eingesetzt. D.h. wenn eine quantitative Betrachtungsweise nicht möglich ist. Da eine dynamische Betrachtungsweise mit Hilfe der Nutzen-Analyse nur schwer durchführbar ist, ist für die vorliegende Problemstellung dieses Verfahren als Grundkonzeption nicht geeignet. Die Nutzen-Analyse ist dagegen als Ergänzung anzusehen, um nach Untersuchung quantifizierbarer Aspekte bei der Bewertung von Unternehmensstrategien auch noch die qualitativen Momente in die Gesamtbeurteilung einbeziehen zu können.

Die Verfahren der Wirtschaftlichkeitsrechnung, die nur die quantitativen Strukturen zu erfassen vermögen, weisen den für die langfristige Betrachtungsweise schwerwiegenden Nachteil auf, dass sie nur Teilbereiche der Unternehmung erfassen und die Interdependenzen zwischen diesen Bereichen vernachlässigen. Sie erlauben daher nur eine Bestimmung von Suboptima, die nur für diesen Teilbereich optimal sind, nicht aber auch für das Unternehmen.

Die Verwendung eines Modells, das eine Wiedergabe des Systems[1] 'Unternehmen-Umwelt' in seiner langfristig relevanten Erscheinungsweise zu sein hätte, würde dagegen das Unternehmen in seiner Gesamtheit und seinen Beziehungen zur Umwelt erfassen können. Es wäre für Experimente geeignet und könnte die Entscheidungsvorbereitung der Unternehmensleitung erleichtern, da es die modellmässige Erprobung verschiedener Strategien erlauben würde.

Aus diesen Gründen soll ein solches Modell des Systems 'Unternehmung-Umwelt' Hauptbestandteil des angestrebten Instrumentes werden. Für die Konzeption dieses Modelles sind zwei grundsätzliche Entscheidungen über seinen Charakter zu treffen: Die erste Entscheidung betrifft die Art, in der die Beziehungsstrukturen des Systems 'Unternehmen - Umwelt' im Modell nachgeahmt werden. Sie bestimmt letzten Endes die Evaluierung einer Unternehmensstrategie im Modell; die zweite Entscheidung betrifft den Charak-

---

1) zur Definition des Begriffes 'System': vgl. Ulrich, H., Die Unternehmung als produktives soziales System, Bern-Stuttgart 1968, S. 105.

ter der mit dem Modell möglichen Aussage; inwieweit das Modell also Optima zu bestimmen erlaubt.

3.1. Basis der Modellstrukturen

Die im Modell zu verwendenden Elemente und Strukturen können einmal aus theoretischen Ansätzen über die Beziehungen der einzelnen Unternehmensteile untereinander, zur Umwelt (Bezugsmarkt, Absatzmarkt, sonst. Umwelt), sowie zu den Unternehmenszielen und den zu verfolgenden Strategien abgeleitet werden, zum anderen können sie auch aus empirisch ermittelten Zusammenhängen für die spezielle Unternehmung unter weitgehender Ausserachtlassung theoretischer, allgemeingültiger Ansätze aufgebaut werden.

Der erste Weg eines theoretischen Ansatzes würde einen Aufbau der Strukturen auf Grund von

- Produktionsfunktionen[1)]
- Preis-Absatzfunktionen[2)]
- Nutzenfunktionen[3)]
- Ertrags- und Kostenfunktionen[4)]
- Investitionstheorien[5)]
- Kostenverläufen[6)]

etc.

bedeuten.

---

1) vgl. Gutenberg, E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Bd. I, 13. Aufl., Berlin-Heidelberg-New York 1967, S. 291 ff.; Krelle, W., Produktionstheorie, Tübingen 1969; Krelle, W., Preistheorie, Tübingen-Zürich 1961, S. 50 ff.; Horowitz, J., Decision Making and the Theory of the Firm, New York-Chicago-San Francisco-Atlanta-Toronto-London-Sidney 1970, S. 94 ff., u.a.
2) Schneider, E., Einführung in die Wirtschaftstheorie, Teil II, 6. Aufl., Tübingen 1960, S. 90 ff.; Schmalenbach, E., Kostenrechnung und Preispolitik, 8. Aufl., Köln und Opladen 1956, u.a.
3) vgl. Heinen, E., a.a.O.; Fishburn, P.C., Utility Theory, in: M.S., Vol. 14, No. 5, S. 335-378.
4) Krelle, W., Preistheorie, a.a.O., S. 61 ff., u.a.
5) vgl. Hax, H., Investitionstheorie, Würzburg-Wien 1970, u.a.
6) vgl. Gutenberg, E., a.a.O., S. 326 ff., u.a.

Demgegenüber würde die empirische Vorgehensweise keine theoretisch fundierten, allgemeingültigen Zusammenhänge erfordern, sondern vorwiegend über ökonomisch-statistische Verfahren die Vergangenheitsentwicklung als Informationsquelle für die zukünftige Entwicklung[1] benutzen. Ausgehend von den langfristigen Trends in der Vergangenheit und den feststellbaren Beziehungen und Strukturen des Systems wäre zu versuchen, die Strukturen des Modells unter Berücksichtigung bereits vorhersehbarer Einflüsse in der Zukunft zu erarbeiten.

Der theoretische Ansatz hätte den grossen Vorzug, zu allgemeingültigen Modellstrukturen des Systems 'Unternehmen-Umwelt' gelangen zu können. Allerdings bestehen auch in der betriebswirtschaftlichen Literatur Zweifel, ob es möglich ist, auf diesem Wege zu einem praktikablen und einigermassen umfassenden Modell zu kommen.[2] Die in der betriebs- und volkswirtschaftlichen Literatur wiedergegebenen Funktionen für einen derartigen Ansatz gelten in der Regel nur unter bestimmten Voraussetzungen, angefangen von bestimmten Marktformen (z.B. Preis-Absatz-Funktion des Monopolisten) über bestimmtes Produktionsverhalten bei Nachfrageänderungen bis zu den 'ceteris-paribus'-Setzungen für die zeitliche Veränderung einzelner Grössen. Für die praktische Anwendung bedeutet oft schon die Feststellung der Marktform ein grosses Problem, ganz zu schweigen von den anderen benötigten Daten, die in der Praxis nur sehr schwer oder gar nicht beschafft werden können. Die Reichweite derartiger Funktionen ist zudem im überwiegenden Fall kurz- bis mittelfristiger Natur, so dass schon dadurch ihre Benutzung für eine langfristige Planung problematisch ist.

Aussichtsreicher für die Konstruktion eines praktikablen Auswahlinstrumentes scheint der empirische oder ökonometrische Ansatz zu sein: Die "Grundlage des ökonometrischen, an der Wahr-

---

1) vgl. Horowitz, J., a.a.O., S. 440.
2) vgl. Pressmar, D.B., Die Kosten-Leistungs-Funktion industrieller Produktionsanlagen, Diss. Hamburg 1968, S. 12.
3) vgl. Ebd., S. 1.

scheinlichkeitstheorie orientierten Ansatzes ist die Interpretagion der zu schätzenden Funktionen als ein System stochastischer Gleichungen"[1] aus dem vorliegenden Beobachtungsmaterial. Nicht erfassbare und zufällige Wirkungen und Einflüsse werden dabei durch stochastische Störgrössen in den Funktionen berücksichtigt.

Dementsprechend soll im folgenden versucht werden, über Regressionsfunktionen[2] die Vergangenheitsinformationen zur Ableitung von Beziehungsgleichungen des Modells eines realen Systems 'Unternehmen-Umwelt' anstelle theoretischer Beziehungen zu benutzen. Diese Vorgehensweise wird indirekt auch von Kortzfleisch bejaht.[3]

Als Regressionsfunktionen für langfristige Betrachtungen, wie sie hier angestellt werden, sind zunächst lineare oder durch Logarithmierung linearisierte Ansätze zu verwenden.[4] Angesichts des bei anderen Funktionsarten stark steigenden Bestimmungsaufwandes für die Parameter und der schwierigen Handhabung im Modell ist erst dann zu nichtlinearen Formen überzugehen, wenn die lineare Funktion nicht mehr vertretbare Abweichungen von den realen Verhältnissen darstellt.[5]

---

1) vgl. Ebd., S. 241.
2) eine Zusammenstellung üblicher Regressionsfunktionen und Extrapolationen gibt: Schmid, O., Ueber quantitative Prognosen in der Unternehmung mit ökonometrischen Modellen, Diss. Zürich 1970, S. 24f.
3) vgl. von Kortzfleisch, G., Heuristische dynamische Verfahren für geschäftspolitische Entscheidungen bei unsicheren Erwartungen und veränderlichen Zielsetzungen, in: Entscheidung bei unsicheren Erwartungen, Hg.: Hax, H., Köln u. Opladen 1970, S. 206.
4) vgl. Burford, R.L., Basic Statistics for Business and Economics, Columbus, Ohio, 1970, S. 415; Katzner, D.W., Klein L.R., On the possibility of the general linear economic model, in: Economic Models Estimation and Risk Programming, Hg.: Beckmann, M., Künzi, H.P., Lecture Notes 15, 1970, S. 342 u. 363.; Howrey, P., Kelejian, H.H., Simulation Versus Analytical Solutions, in: The Design of Computer Simulation Experiments, Hg.: Naylor, T.H., Durham, N.C., 1969, S. 208 ff.
5) Angesichts der Unsicherheiten mangels Information können diese Abweichungen relativ gross werden, ehe auf nichtlineare Funktionen übergegangen werden sollte.

3.2. Simulation oder Optimierung

Neben der Art der Beziehungsstrukturen wird das Modell entscheidend durch die Art der Aussage, die es ermöglicht, chrakterisiert: es kann als Optimierungs- oder Simulationsmodell konzipiert werden.

Als Optimierungsmodell würde die beste aller möglichen Strategien ermittelt werden, während Simulationsmodelle nur die beste der untersuchten Alternativstrategien anhand der zu erwartenden Zielwerte der Unternehmensziele bestimmen.

Die Optimierungsverfahren des Operations Research[1], die in ein solches Modell einzubauen wären, beinhalten die Maximierung des Wertes einer Zielfunktion unter Berücksichtigung vorgegebener Randbedingungen und Einschränkungen mittels mathematischer Verfahren.

Diese Optimierung ist nur im Hinblick auf eine Zielgrösse möglich, die Bestimmung eines Gesamtoptimums mehrerer Zielvariablen, d.h. die Optimierung eines Zielsystems[2], stösst dagegen auf erhebliche Schwierigkeiten. Zwar liegen multivariable Zielfunktionen, z.B. in Gestalt der multivariablen Entscheidungsfunktion von Albach[3] oder der Nutzenfunktion von Williamsons[4] vor, sie bestehen jedoch im Grunde nur aus einer den ursprünglich zu optimierenden Zielvariablen übergeordneten 'Oberziel-Grösse', wie z.B. dem Nutzen, deren Maximierung angestrebt wird. Um zu einer optimierenden Grösse zu gelangen, müssen daher die verschiedenen Ziele

---

1) vgl. Sellien, R. u. H., (Hg.), Operations Research, in: Dr. Gablers Wirtschaftslexikon, 7. Aufl., Bd. 2, Wiesbaden 1967, Sp. 445-446.
2) vgl. Schmidt-Sudhoff, U., Unternehmerische Zielmodelle und die Struktur des Zielsystems - eine Untersuchung zur Theorie des Unternehmerverhaltens, Diss. Köln 1966, S.19.
3) vgl. Albach, H., Wirtschaftlichkeitsrechnung bei unsicheren Erwartungen, Beiträge zur betriebswirtschaftlichen Forschung, Bd. 7, Hg.: Gutenberg, E., Hasenack, W., u.a., Köln u. Opladen 1959, S. 8.
4) vgl. Williamson, O.E., Managerial Discretion and Business Behavior, in: The American Economic Review, Vol. 53 (1963), S. 1034 (zitiert bei Schmidt-Sudhoff, a.a.O., S. 82).

des Zielsystems, die gleichrangig nebeneinander bestehen können, in Beziehung zueinander und zur Zielgrösse gesetzt werden.

Für die langfristige Planung wäre die Bestimmung einer Optimal-Strategie sicherlich ideal. In der Realität ist dieses Vorgehen, das Maximum eines Zielwertes zu bestimmen, jedoch kaum praktizierbar. Dies zeigt sich bereits bei dem eindimensionalen Ziel 'langfristiges Gewinnmaximum': Ein derartiges Gewinnmaximum ist nur in Abhängigkeit von der betrachteten Zeitspanne zu bestimmen; verändert sich diese Zeitspanne, wie z.B. durch Fortschreibung der Planung bei der rollenden Planung, so verschiebt sich in der Regel auch der Punkt maximalen Gewinns. D.h. es besteht die grundsätzliche Schwierigkeit,den Zustand maximalen Gewinnes definitorisch zu bestimmen.[1] Eine gewinnoptimale Entscheidung ist strenggenommen nur für einen einzigen Entscheidungsvorgang realisierbar.[2] Das langfristige Ziel der Maximierung des Gewinns ist daher als nicht operational abzulehnen [3], stattdessen ist die Erreichung eines angemessenen Gewinnes anzustreben.[4]

Zur Schwierigkeit der Definition eines Maximums der Zielgrösse kommt hinzu, dass in der Realität Einflüsse auftreten, die entweder zufällig oder wegen der unbekannten Wirkungszusammenhänge scheinbar zufällig sind und zu einer erheblichen Veränderung des Zielwertes führen können. Zwar ist eine Berücksichtigung dieser Einflüsse mittels stochastischer [5] oder parametrischer Programmierung möglich. Die damit zu ermittelnden Ergebnisse haben jedoch eine relativ beschränkte Aussagekraft, der gegenüber die Optimierungstechnik unnötig exakt erscheint. Diese Exaktheit des Optimierungsverfahrens ist angesichts der für die langfristige Planung vorliegenden unsicheren Informationen un-

---

1) vgl. Wittmann, W., Ueberlegungen zu einer Theorie des Unternehmungswachstums, in: Zeitschrift für handelswissenschaftliche Forschung, N.F., 13. Jg., 1961, S. 500.
2) sinngemäss nach Hill, W., Hauptfunktionen der Unternehmensleitung, Vorlesung an der Universität Basel, SS 1970.
3) vgl. Schmidt-Sudhoff, U., a.a.O., S. 64.
4) vgl. Cassier, S.C., Wer bestimmt die Geschäftspolitik der Grossunternehmen? Das Verhältnis zwischen Kapitaleigentum und Entscheidungsgewalt, Frankfurt/Main, 1962, S. 145; vgl. Abromeit, H.G., Amerikanische Betriebswirtschaft. Die Praxis der Unternehmungen in den USA, Wiesbaden (o.Jahresangabe), S. 157.
5) vgl. Faber, M.M., Stochastisches Programmieren, Würzburg 1970.

angebracht und eher gefährlich, da die Neigung besteht, die Exaktheit des Verfahrens auf die Qualität der Ergebnisse und Eingangsdaten zu übertragen. [1)]

Ein weiterer Nachteil der Optimierungsrechnung bei der hier angestrebten Verwendung liegt darin, dass sowieso nur ein Optimum bezüglich quantifizierbarer Daten und Beziehungen ermittelt werden kann, die langfristige Entwicklung eines Unternehmens jedoch auch durch qualitative Faktoren erheblich beeinflusst wird. Das errechnete Optimum ist also nur scheinbar optimal.

Der Ansatz, eine Optimierung komplexerer Systeme anzustreben, ist daher als unzweckmässig anzusehen, im strengeren Sinne des Begriffes sogar als nicht realisierbar, vor allem wenn es sich um die Untersuchung langfristiger Vorgänge handelt. [2)]

Als 'Lösungsverfahren' des geplanten stochastischen Modelles bleibt somit die Simulationstechnik. [3)]

3.3. Arbeitshypothese für das Simulationsmodell

Entsprechend den obigen Ausführungen ist nun die Hypothese zu formulieren, von der bei der Entwicklung des Modells zur Untersuchung von Unternehmensstrategien ausgegangen wird.

Diese Hypothese lautet: Anhand der Vergangenheitsentwicklung eines Unternehmens und seiner Umwelt sowie der Berücksichtigung wahrscheinlicher Einflüsse in der weiteren Entwicklung lassen sich über Regressionsanalysen empirische Modellstrukturen des

---

1) Sinngemäss wurde diese Aussage auch von A. Adam auf der 9. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Unternehmensforschung am 24.9.70 in Zürich gemacht.
2) vgl. von Kortzfleisch, G., a.a.O., S. 206; Menges, G., a.a.O., S. 249; Stahlknecht, P., Operations Research, Braunschweig 1970, S. 169f.; Krauss, W., a.a.O., S. 200.
3) vgl. Leinfellner, W., Einführung in die Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie, B.I.Hochschultaschenbücher 41/41a, Mannheim 1967, S. 146.

Systems 'Unternehmen - Umwelt' finden, die es erlauben, statistisch abzusichernde Aussagen über die mögliche langfristige Entwicklung des Systems zu machen; d.h. die ölonometrische Untersuchung der Vergangenheit kann zu Aussagen über mögliche Entwicklungen des Unternehmens im Rahmen der langfristigen Unternehmungsplanung benutzt werden. [1)]

Das auf dieser Hypothese aufgebaute Modell wird in einem ersten Prüfschritt dazu benutzt, die bereits vollzogene Entwicklung eines realen Unternehmens zu simulieren. Gelingt diese Nachahmung nicht in statistisch befriedigender Weise, ist der Validitätsnachweis nicht zu erbringen, so muss die oben aufgestellte Hypothese als nicht zutreffend angesehen werden. [2)]

Für diesen ersten Versuch einer Verifizierung der Hypothese soll das Modell zunächst noch relativ grob gestaltet werden. [3)] Erst nach bestandener Bewährungsprobe ist es zweckmässig, das Modell zu einem vollverwendbaren Planungsinstrument auszubauen, die Modellstrukturen stärker zu verfeinern und die Zahl der berücksichtigten Elemente zu erhöhen.

---

1) vgl. Popper, K.R., Logik der Forschung, 2. Aufl., Tübingen 1966, S. 125.
2) vgl. Naylor, T.H., Balintfy, J.L., Burdick, D.S., Kong Chu, Computer Simulation Techniques, New York-London-Sydney 1966, S. 39f.
3) vgl. Ebda., S. 316: bei Verwendung von Vergangenheitsdaten spricht Naylor von 'Historical verification; im Gegensatz zur 'Verification by forecasting".

4. Das Verfahren der Simulation

Bevor auf die Konstruktion des eigentlichen Modelles eingegangen wird, soll zunächst noch kurz das Grundsätzliche des Verfahrens der Simulation umrissen werden. Dies erscheint zweckmässig, da die Simulationstechnik ja ein herausragendes Charakteristikum des angestrebten Modelles ist. Die bereits oben erfolgte Gegenüberstellung mit dem Verfahren der Optimierung wird daher im folgenden durch einige weitere Kennzeichen der Simulationstechnik ergänzt.

4.1. Definition der Simulation

Der Anwendungsbereich der Simulation hat sich in den letzten 10 Jahren paralell zur steigenden Leistungsfähigkeit der elektronischen Datenverarbeitungsanlagen stark erweitert. [1] Dementsprechend sind auch unterschiedliche Definitionen des Simulationsbegriffes entstanden: Angefangen von der Verwendung dieses Begriffes für die Anwendung der Monte-Carlo-Methode [2] im Rahmen der Untersuchung technischer Systeme bis zur Definition der Simulation als Reproduktion der Wirklichkeit [3], die der umgangssprachlichen Vorstellung von der Simulation als einem Vortäuschen und Vorgeben entgegen kommt [4], findet sich eine Vielzahl von Definitionen. [5]

In der amerikanischen Literatur ist erst in den letzten Jahren eine gewisse definitorische Vereinheitlichung zu erkennen.

---

1) vgl. Müller, W., Die Simulation betriebswirtschaftlicher Systeme, Diss. Köln 1967, S. 59.
2) vgl. Ebd., S. 76.
3) vgl. McMillan, C., Gonzalez, R.F., System Analysis: A Computer Approach to Decision Models, Homewood, Jllinois, 1965,S.13
4) vgl. Müller, W., a.a.O., S. 62,
5) vgl. Meier, R.C., Newell, W.T., u.a., Simulation in Business and Economics, Englewood Cliffs, N.J., 1969, S.67; Koller, H., Simulation als Methode in der Betriebswirtschaft, in: ZfB 36.Jg. (1966), Heft 2, S. 99.

Dabei wird unter Simulation ein numerisches Verfahren verstanden, das es erlaubt, Experimente an mathematisch-logischen Modellen durchzuführen, die das Verhalten betriebswirtschaftlicher oder volkswirtschaftlicher Systeme über eine ausgedehntere Zahl von Perioden in der Realität beschreiben. [1] Die Beschränkung auf Wirtschaftssysteme erscheint nicht zwingend, im hier benutzten Zusammenhang stört sie jedoch nicht.

Je nach Art der Nachahmung des Systemverhaltens ist zwischen

deterministischer Simulation bzw.

stochastischer Simulation

zu unterscheiden.[2]

Deterministische Simulation liegt vor, wenn der Prozess in seinem zeitlichen Verlauf durch feste Ablauf- und Entscheidungsregeln nachgeahmt wir.

Unterliegen die Ablauf- und Entscheidungsregeln dagegen zufälligen Einflüssen, so spricht man von stochastischer Simulation.[3]

Für den Begriff der stochastischen Simulation ist es in diesem Zusammenhang unerheblich, ob die simulierten Zufallseinflüsse

---

1) Freie Uebersetzung der Definition von Naylor, T.H., Balintfy, J.L., Burdick, D.S., Kong Chu, Computer Simulation Techniques, New York-London-Sidney 1966, S. 3: "Simulation is a numerical technique for conducting experiments on a digital computer, which involves certain types of mathematical and logical models that describe the behavior of a business or economic system (or some component there of) over extended periods of real time."

2) vgl. Stahlknecht, P., a.a.O., S. 171 ff.

3) Häufig wird dann auch die Bezeichnung 'Monte-Carlo-Methode' synonym gebraucht; vgl. Naylor, T.H.,u.a., a.a.O., S. 4; Springer, C.H., Herlihy, R.E., Mell, R.T., Beggs, R.I., Probabilistic Models, Homewood, Ill., 1968, S. 135; Galliher, H.P., Simulation of Random Processes, in: Notes on Operations Research, Hg.: Operations Research Center MIT, Massachusetts 1962, S. 231 u.a.

auf die Entscheidungsregeln echten Zufälligkeiten im Rahmen des Systems entsprechend oder ob es nur scheinbare Zufälligkeiten sind, die zur Nachahmung der im realen System ablaufenden und nicht mehr mathematisch zu beschreibenden Vorgänge dienen, wobei zwar feste Ablaufregeln theoretisch existieren mögen, jedoch nicht feststellbar sind. [1)]

Diese zufälligen Einflüsse werden über Zufallszahlen erzeugt, deren jeweiliger Wert zu entsprechenden Folgen für die Ablauf- und Entscheidungsregeln führt. Zufallszahlen lassen sich auf vier Arten erzeugen [2)]:

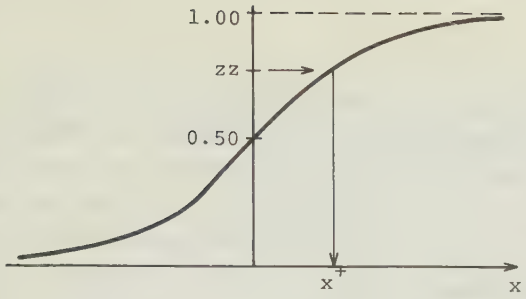
- manuell (z.B. durch Ziehen numerierter Lose)
- aus Zufallszahlen-Tafeln
- Erzeugung auf Analogrechnern
- Pseudo-Zufallszahlen.

Pseudo-Zufallszahlen werden im allgemeinen in Digital-Rechnern benutzt. Da sie rechnerisch ermittelt werden [3)], sind sie nicht völlig zufällig, sie weisen im allgemeinen eine wenn auch nur schwache Gesetzmässigkeit in ihrer Entstehungsfolge auf.

Auf allen vier Wegen werden jedoch nur gleichverteilte Zufallszahlen erzeugt. Zufallszahlen unterschiedlicher Verteilung (Normalverteilung, Poisson-Verteilung, Binominalverteilung etc.) werden wie in Abb. 3 dargestellt durch Projektion auf die Wahrscheinlichkeitskurve oder durch Bildung der Umkehrfunktion errechnet. Im Digital-Computer werden dafür Näherungsrechnungen benutzt.

---

1) vgl. Giloi, W.,Simulation und Analyse stochastischer Vorgänge, 2. Aufl. München-Wien 1970, S. 15.
2) vgl. Gordon, G., System Simulation, Englewood Cliffs, N.J., 1969, S. 93f.; Galliher, H.P., a.a.O., S. 232.
3) vgl. Schmidt, J.W., Taylor, R.E., Simulation and Analysis of Industrial Systems, Homewood, Ill., 1970, S. 215 ff.



$$x^+ = F^{-1}(zz)$$

$$zz = F(x^+) = \int_{-\infty}^{x^+} f(x).dx$$

zz - gleichverteilte Zufallszahl

Abb. 3

4.2. Verwendungsmöglichkeiten von Simulationsverfahren

Wie oben ausgeführt liefert das Simulationsverfahren keine Optimal-Lösung. Wird dagegen "nach den Auswirkungen alternativ möglicher Konstellationen der Aktionsparameter gefragt"[1], so bestimmt die Simulation die 'beste' der untersuchten Möglichkeiten, unter denen höchstens zufällig die optimale Lösung ist.[2]

Ein Einsatz der Simulationstechnik ist im allgemeinen bei folgenden Eigenschaften des zu lösenden Problems sinnvoll:[3]

- schwierige mathematische Beschreibung
- analytische Verfahren sind nicht verfügbar
- Arbeitsaufwand für exakte Verfahren ist zu hoch
- hohe Komplexität des Problems
- es treten zufällige Einflüsse auf.

Als besondere Vorteile der Simulationstechnik erweist sich hierbei die experimentelle Nachvolziehbarkeit selbst äusserst komplexer Abläufe. Das Verhalten der Gesamtunternehmung und Unternehmensbereichen oder der Ablauf betrieblicher Prozesse kann ohne die Kosten und Gefahren eines "Ausprobierens" am realen

---

1) Koller, H., Simulation als Methode in der Betriebswirtschaft in: ZfB 36.Jg. (1966), Heft 2, S. 99.
2) vgl. Lindemann, P., Betriebswirtschaftliche Funktionsmodelle, in: Fortschritte der Kybernetik, Hg.: Kroebel, W., München-Wien 1967, S. 441.
3) vgl. Stahlknecht, P., a.a.O., S. 169f.; Meier, R.C., Newell, W.T., u.a., a.a.O., S. 21.; Galliher, H.P., a.a.O., S. 244.

Objekt - sofern überhaupt ein derartiges 'Experimentieren' möglich ist - unter Einwirkung der verschiedensten Faktoren und unter allen denkbaren Umständen nachgeahmt und studiert werden. Die Möglichkeit jede Einflussgrösse isoliert in ihrer Wirkung untersuchen zu können und die Schnelligkeit bei der Durchführung der Simulation bieten eine echte Hilfe bei der Entscheidungsfindung. Die Nachprüfbarkeit, Nachvollziehbarkeit und isolierte Betrachtungsmöglichkeit können zur Abwehr unkontrollierbarer, subjektiver Erwägungen dienen und die Rationalität der Argumentation erhöhen. Behauptungen können wirkungsvoll und nachvollziehbar geprüft werden.

Diesen beachtlichen Vorteilen steht jedoch ein schwerwiegender Nachteil gegenüber: der Anfangsaufwand vom Entwurf bis zum einsatzbereiten Simulationsmodell wird bei komplexen Problemen beträchtlich, die erforderliche EDV-Kapazität und Rechenzeit nehmen oft prohibitiv wirkenden Umfang an.

Hier wird im Laufe der Zeit durch wachsende Erfahrung mit Simulationsmodellen und durch Verbesserung der Simulationssprachen für EDV-Anlagen sicherlich eine Abschwächung eintreten. Trotzdem wird die Verwendung von Simulationsmodellen vor allem auf immer wieder unter relativ gleichen Bedingungen auftretende Probleme beschränkt bleiben oder auf Fragen von besonderer Tragweite, die den Aufwand auch bei einer 'einmaligen Benutzung' des Modells vertretbar werden lassen.

Anwendungsbereiche der Simulationstechnik waren zunächst - neben der Anwendung auf militärische Probleme - vor allem Prozesse, mit analytisch nicht zu bewältigenden Einflüssen, die zufälliger oder oft nur scheinbar zufälliger Natur waren, z.B.: [1)]

---

1) vgl. Schmidt, J.W., Taylor, R.E., a.a.O., S. 325ff.; Ackoff, R.L., Sasieni, M.W., Operations Research, Uebers.: Bliefernich, Stuttgart 1970, S. 129ff.

- Warteschlangen-Systeme
- Lagerhaltungsvorgänge
- Fertigungssteuerung
- Zuordnungsprobleme
- Suchprobleme
- Ersatz- und Instandhaltungsprobleme.

Weitergehende Anwendungen der Simulationstechnik sind Risikoanalysen von Investitionsentscheidungen[1], Leistungsfähigkeitstests von EDV-Anlagen[2] u.a.

In den letzten Jahren wurde vermehrt an Simulationsmodellen gearbeitet, die das System 'Unternehmung' geschlossen wiederzugeben versuchen, um das Verhalten des Unternehmens bei verschiedenen äusseren und inneren Einwirkungen und Bedingungen untersuchen zu können. So nennt Müller[3] acht Unternehmensmodelle, die in der Literatur beschrieben wurden:

1. die hypothetische "Task Manufacturing Corporation"
2. die hypothetische Unternehmung "Mark I"
3. das Simulationsverfahren "Industrial Dynamics"
4. die hypothetische Unternehmung "Leviathan"
5. die Simulation der Investitionsentscheidungen eines Vermögenstreuhänders
6. die Simulation der Preis- und Produktionsentscheide einer hypothetischen Unternehmung
7. die Simulation von Informations- und Entscheidungssystemen in einer hypothetischen Unternehmung
8. die Simulation des Budgets einer hypothetischen Unternehmung.

---

1) vgl. Koller, H., Simulation, Broschüre der IBM Fachbibliothek, IBM Form 81572, (1969), S. 6.
2) vgl. Giesen, G., Digitale Simulation und Stochastische Entscheidungsprozesse, Diss. Köln 1967, S. 82.
3) vgl. Müller, W., a.a.O., S. 93.

Naylor[1] nennt darüberhinaus noch verschiedene, stärker gesamtwirtschaftlich orientierte Modelle wie:

1. Cobweb Models
2. US'West Coast lumber industry
3. Models of the Shoe-Leather-Hide-Sequence
4. Management Control System der System Development Corp.

Als eine besondere Form der Anwendung der Simulationstechnik sind in diesem Zusammenhang die Unternehmensspiele zu nennen.[2] Bei diesen Spielen tritt noch der Mensch als Bestandteil des Systems auf, er kann in den Ablauf eingreifen, die Simulation läuft nicht mehr automatisch und unbeeinflusst ab.

5. Theoretische Form des Simulationsmodelles

Die Anwendung der Simulation erfordert die Konstruktion eines Modelles als einem einfacheren Abbild des nachzubildenden, realen Systems unter Berücksichtigung der dort vornehmlich interessierenden Bereiche.[3] Diese Schwerpunktbildung durch Aggregation, Blockbildung und Vernachlässigung nicht relevanter Teile[4] ist vor allem für die Untersuchung langfristiger Aspekte der Unternehmensentwicklung wichtig. Nur dadurch kann die hohe Komplexität des realen Systems im Modell auf manipulierbare Grössenordnungen reduziert werden.

---

1) vgl. Naylor, T.H., Balintfy, J.L., Burdick, D.S., Kong Chu, a.a.O., S. 192 ff.
2) vgl. Ebd., S. 215.
3) vgl. Ulan, S.M., On General Formulation of Simulation and Model Construction, in: Prospects for Simulation and Simulators of Dynamic Systems, Hrsg.: Shapiro, G., Rogers, M., New York-London 1967, S. 6.
4) vgl. Gordon, G., a.a.O., S. 1.

Für die Vorgehensweise bei der Entwicklung eines Simulationsmodelles gibt es sehr verschiedene Vorgehensweisen, grundsätzlich lassen sich jedoch sieben Hauptarbeitsschritte herausarbeiten:[1)]

1. Problemdefinition
2. Planung der Studie
3. Formulierung des mathematischen Modells
4. Programmentwurf für die EDV-Anlage
5. Validitätsnachweis des Modelles
6. Entwurf von Experimenten
7. Simulation und Analyse der Ergebnisse

Diesen Schritten soll im folgenden soweit als möglich gefolgt werden. Da es jedoch zunächst nur um den prinzipiellen Nachweis geht, dass das Simulationsmodell zu einem brauchbaren Instrument führen kann, wurde zunächst nur ein relativ einfaches Grundmodell konstruiert. Das Experimentieren mit dem Modell kann daher nur relativ beschränkt durchgeführt werden.

5.1. Das im Modell abzubildende System

Um Klarheit über das im Modell abzubildende System zu schaffen, soll nochmals das angestrebte Ziel formuliert werden: Die langfristige Planung der Unternehmensentwicklung beinhaltet die Erarbeitung von Strategien zur Erreichung bestimmter Unternehmensziele. Diese zukünftige Entwicklung der Unternehmung bei Verfolgung einer bestimmten Strategie ist in ihrer langfristigen Ausprägung zu simulieren. Der Detaillierungsgrad kann dabei nur relativ gering sein, da erst nach der Wahl einer bestimmten Strategie die genauere Ausarbeitung der in ihr implizit enthaltenen Aktivitäten erfolgt. Kurzfristige Faktoren wie z.B. saisonale

---

1) vgl. Ebd., S. 21; von Kortzfleisch, G., a.a.O., S. 210 f.; u.a.

Beschäftigungsschwankungen, einzelne Werbefeldzüge, Preisschwankungen einzelner Produkte etc. können dabei vernachlässigt werden, da ihre langfristige Wirkung gering ist.

Das abzubildende reale System kann daher umrissen werden als das Gesamtunternehmen in seinen langfristigen Entwicklungstendenzen unter dem Einfluss der Umwelt und bei Verfolgung bestimmter Unternehmensstrategien.

Dieses System ist als ein offenes System[1] zu bezeichnen, da äussere Einflüsse in Gestalt der Unternehmensumwelt einwirken. Die Abgrenzung dieses offenen Systems erfolgt in Anlehnung an Bennis-Benne-Chin[2] anhand der Interaktionsaktivität: Zum System gehören alle Elemente, deren Beziehungen in Richtung des Systemmittelpunktes stärker sind als in die entgegengesetzte Richtung. So gehören z.B. der Staat und die Gesellschaft im Rahmen dieses Systems zur Systemumwelt, die Strategien und die Zielgrössen dagegen zum System.

Weiterhin ist das System dynamisch, "es läuft etwas in ihm ab"[3]. Der Systemzustand verändert sich demzufolge im Zeitablauf, wobei aufeinanderfolgende Zustände sich mehr oder weniger stark beeinflussen. D.h. der Zustand zur Zeit t_i ist mit eine Funktion des Zustandes zur Zeit $t_{i-1}, t_{i-2}, \ldots, t_o$.[4]

---

1) vgl. Ulrich, H., a.a.O., S. 112.
2) vgl. Bennis, W., Benne, K.D., Chin, R., The planning of change, New York 1961, S. 203; zitiert nach Ulrich, H., a.a.O., S. 108.
3) Beer, S., Decision and Control, London 1966, S. 250: "It operates; it does things". vgl. Ihde, G.-B., Dynamische Analysen und unternehmerische Entscheidungen bei Unsicherheit, in: Entscheidung bei unsicheren Erwartungen, Hg.: Hax, H., Köln u. Opladen 1970, S. 59 ff.
4) vgl. Rigby, P.H., Models in Business Analysis, Columbus, Ohio, 1969, S. 97ff.; Lesourne, J., Unternehmensführung und Unternehmensforschung, München-Wien 1964, S. 428 f.

Aendert sich die Stellung des Systems zur System-Umwelt, so spricht man von äusserer Dynamik, ändern sich die Systemstrukturen, so liegt innere Dynamik vor.[1)]

Ausserdem existiert ein Fliessgleichgewicht.[2)] Das System kann Einflüsse seiner Umwelt abwehren oder durch entsprechendes Verhalten kompensieren. Es vermag also, ständig ein Gleichgewicht anzustreben und so seine Selbstauflösung zu verhindern.[3)]

Dass das System zweck- und zielorientiert ist, bedarf nach obigen Ausführungen kaum noch einer Erwähnung. Die gestellte Aufgabe wäre anders nicht zu erfüllen.[4)]

Trotz der Beschränkung auf die langfristig relevanten Entwicklungstendenzen ist die Komplexität des Systems "Unternehmen-Umwelt" noch als sehr hoch anzusehen. Denn nimmt man die Varietät als Mass der Komplexität eines Systems[5)], so ergibt sich als dynamische Varietät bei nur zwei möglichen Zuständen für jede Beziehung:

$$V_{dyn} = 2.\exp(m.n(n-1)/2)$$

Dabei bezeichnet n die Zahl der Systemelemente und m die Zahl der Beziehung zwischen zwei Elementen. Für n=10 und m=2 ergäbe sich $V_{dyn} = 2^{90}$

Dass das skizzierte System in hohem Masse probabilistisch ist, also ein System ist, "das keine streng determinierte Voraussage

---

1) vgl. Ulrich, H., a.a.O., S. 113f.
2) nach Ulrich, H., a.a.O., S. 113 ein von Bertalanffy geprägter Ausdruck
3) Der Konkurs oder Zusammenbruch eines Unternehmens wäre daher Ausdruck einer grundliegenden Störung dieses Fliessgleichgewichtes.
4) vgl. Ulrich, H., a.a.O., S. 114f.
5) vgl. Beer, S., Kybernetik und Management, a.a.O., S. 27.

zulässt"[1], wurde bereits angedeutet. Dieser probabilistische Charakter ist nur zum Teil auf echt zufällige Zustandsänderungen zurückzuführen, zum Teil ist die Zufälligkeit nur scheinbar auf Grund mangelnder Kenntnis deterministischer Systemstrukturen vorhanden.[2]

Die Bestandteile des Systems sind die Systemelemente[3], die zwar selbst noch Subsysteme darstellen können, aber im Rahmen des untersuchten Systems als Einheit aufgefasst werden oder echte Einheiten bilden. Diese Systemelemente stellen mit ihren Beziehungen ein Netzwerk dar, d.h. nach Walter und Wiener "eine bestimmte Anordnung oder Abfolge von Ereignissen in zeitlicher Hinsicht"[4].

Je nach ihrer Veränderung im Zeitablauf lassen sich drei Arten von Systemelementen unterscheiden:[5]

exogene Variable - sie stellen nicht oder praktisch nicht mehr vom System beeinflussbare Grössen dar, sie wirken von aussen auf das System ein; z.B. ist die gesamtwirtschaftliche Entwicklung vom System, d.h. dem Unternehmen, nicht zu beeinflussen, ebenso ist die Lohnentwicklung bezüglich der Lohnuntergrenze eine solche unbeeinflussbare Grösse.

endogene Variable- sie stellen zeitabhängige Elemente dar, deren Zustand entweder durch exogene Einflüsse oder andere endogene Variable und Parameter auf Grund der Selbststeuerung des Systems bestimmt wird.

---

1) Beer, S., Kybernetik und Management, Hamburg 1969, S. 28,
2) vgl. Müller, W., a.a.O., S. 27.
3) vgl. Churchmann, C.W., Einführung in die Systemanalyse, München 1968, S. 69; Ulrich, H., a.a.O., S. 105ff.
4) vgl. Ulrich, H., a.a.O., S. 110: Walter, W.G., The Living Brain, Harmondsworth 1961, S. 68.
5) vgl. Rigby, P.H., a.a.O., S. 12; Naylor, T.H., Burdick, D.S. Sasser, W.E., Computer Simulation Experiments with Economic Systems: The Problem of Experimental Design, in: Journal of the American Statistical Association, LXII (1967), S.1315ff; Müller, W., a.a.O., S. 68; Pressmar, D.B., a.aO., S. 244.

Parameter - sie stellen im Zeitablauf unveränderliche Elemente dar; ihre Unveränderlichkeit kann 'von Natur aus' bestehen (z.B. ein im Planungszeitraum konstanter Steuersatz) oder auf Grund des angestrebten Detaillierungsgrades gewollt sein; sie können einen exogenen Einfluss darstellen oder endogenen Charakter haben.

Der Uebergang zwischen diesen Elementarten ist fliessend und oft nur eine Zweckmässigkeitsfrage, vor allem bei der Einstufung als Parameter.

5.2. Skizze des Simulationsmodelles

"Ein Simulationsmodell, als Abbild des zu simulierenden Systems setzt sich ... grundsätzlich aus den gleichen Bausteinen zusammen, die auch die Struktur des Systems bestimmen"[1]. Das Simulationsmodell muss also die betrachtete Unternehmung mit ihren langfristig relevanten Beziehungen zur Umwelt und die Entwicklung des Unternehmens innerhalb des Planungszeitraumes unter Einwirkung der jeweils verfolgten Strategien wiedergeben. In Abb. 4 wurde versucht, diese prinzipielle Gestalt des Modelles darzustellen.

---

1) Müller, W., a.a.O., S. 68.

Skizze des Simulationsmodelles

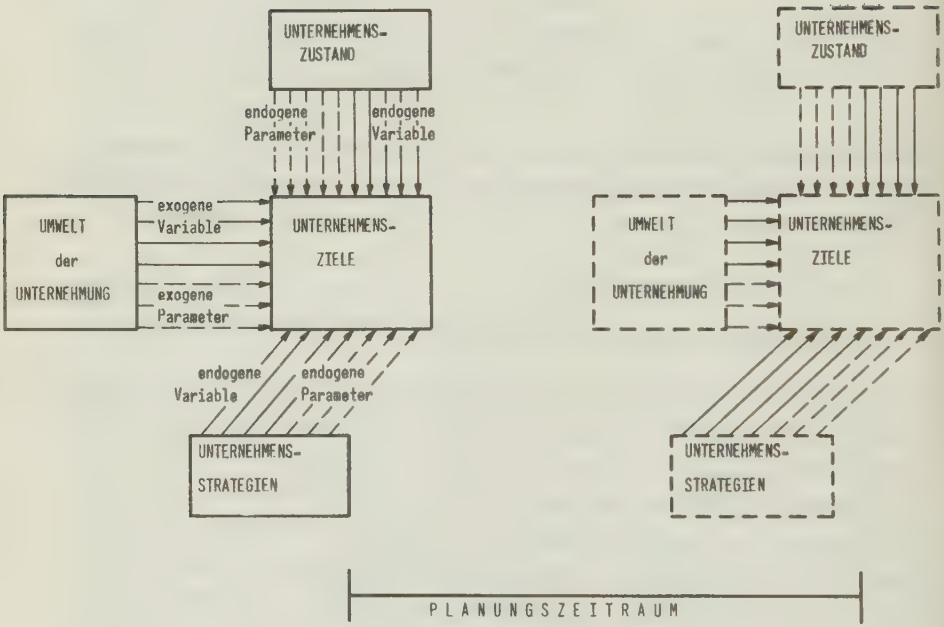


Abb. 4

Unter die exogenen Variablen des Modells sind daher die praktisch nicht steuerbaren Einflüsse auf das Unternehmen vom Beschaffungsmarkt, vom Absatzmarkt und von der sonstigen sozialen Umwelt her zu zählen. Die zeitliche Aenderung dieser Einflüsse muss durch entsprechende Prognosen für den Planungszeitraum wiedergegeben werden.

Als endogene Variable sind vor allem die Messgrössen der Unternehmensziele zu nennen. Ferner alle variablen Grössen, die die Wirkung bestimmter Unternehmensstrategien repräsentieren (z.B. der Forschungsaufwand zur Entwicklung neuer Produkte), und Grösen,

Grössen, die überwiegend durch das Unternehmen beeinflusst werden können (z.B. Fertigungskosten), ohne frei wählbar zu sein.

Modell-Parameter sind entweder entsprechend dem angestrebten Detaillierungsgrad konstant zu setzende Grössen (z.B. der durchschnittliche Steuersatz des Unternehmensgewinnes) oder fest vorzugebende Randbedingungen, die sich, wie z.B. die Obergrenze des Fremdkapitalanteils, aus den Unternehmenszielen ergeben können. Sie können aber auch echte konstante Grössen sein, wie z.B. der WUST-Steuersatz.

Die Beziehungen zwischen den Modell-Elementen sind nun so aufzubauen, dass das Modell die Vorgänge im betrachteten System möglichst realistisch nachzuahmen vermag. Erhöhungen des Unternehmensgewinnes durch Kostensenkungsmassnahmen müssten sich auch im Modell z.B. bei entsprechender Aenderung der Eingabegrössen ergeben.

Die Arten dieser Beziehungen zwischen den Elementen können funktional-deterministischer Natur, stochastischer Art oder eine Kombination deterministischer und zufälliger Beziehungen sein.[1)]

Die Ableitung dieser Beziehungen kann analytisch, mit empirisch-statistischen Verfahren oder über Schätzfunktionen erfolgen.

Letztere müssen vornehmlich für die Einwirkung qualitativer Grössen herangezogen werden, so z.B. für den Einfluss der Produktqualität auf den Absatz des Produktes; analytische Verfahren dagegen z.B. für die Zusammensetzung der Gesamtkosten aus den einzelnen Kostenarten.

---

1) vgl. Schwarze, J., a.a.O., S. 6f.; Contini, B., A Stochastic Approach to Goal Programming, in: O.R.,Vol. 16 (1968), No. 3, S. 578ff.; Jensen, F.L., Extensions of AMOROSO-ROBINSON'S FORMULA, in: M.S., Vol. 13 (1967), No. 9, S. 712ff.

5.2.1. Anwendungsbereich des Modelles

Grundsätzlich ist das Modell so allgemein zu formulieren, dass es bei der langfristigen Planung eines beliebigen Unternehmens zur Auswahl von Unternehmensstrategien benutzt werden kann.

Diese Forderung ist extrem anspruchsvoll. Sie verlangt

- die Unabhängigkeit des Modelles vom jeweils betrachteten Unternehmen
- die Berücksichtigung aller in der Realität vorkommenden Strategien
- die Aufnahme aller vorkommenden Unternehmensziele.

Im Modell müssten dafür sämtliche generell möglichen Variablen und Beziehungen bereits enthalten sein, um für jedes spezielle System eine realistische Wiedergabe im Modell erreichen zu können. Ob die Konstruktion eines derart allgemeingültigen Modelles noch möglich und zweckmässig ist, kann bezweifelt werden.[1] Neben den erheblichen Konstruktionsschwierigkeiten dürften Experimente mit diesem Modell und die Auswertung der Ergebnisse recht langwierig und umfangreich werden. Möglicherweise ist es bereits weniger aufwendig, unternehmensspezifische Modelle für den Einzelfall zu konstruieren und damit zu experimentieren.

Aus diesem Grund wird das im folenden formulierte Modell auch nur für bestimmte Arten von Unternehmen gelten. Der angestrebte Brauchbarkeitsnachweis des Modelles als Auswahlinstrument beschränkt sich deshalb zunächst nur auf derartige Unternehmen.

5.2.2. Arbeitsweise des Modelles

Das funktionsfähige Modell wäre bei der Auswahl von Unternehmensstrategien wie folgt einzusetzen:

---

1) vgl. Meier, R.C., Newell, W.T., Pazer, H.L., a.a.O., S. 60.

Der erste Arbeitsschritt besteht in der Simulation der hypothetischen Normalentwicklung des Unternehmens im Planungszeitraum. Diese Entwicklung wäre zu erwarten, falls die augenblicklich bestehenden Strategien auch weiterhin verfolgt würden. Die Simulation dieser fiktiven Entwicklung ergibt gewissermassen die Mindestwerte der Unternehmensziele, die ohne zusätzliche Bemühungen erreicht werden dürften.

Nach Bestimmung der 'Normalentwicklung' wird ein Prüfschritt eingeschaltet. In ihm wird anhand der vorher festgelegten Unternehmensziele untersucht, ob für die verschiedenen Ziele eine strategische Lücke festzustellen ist, d.h. eine Differenz zwischen dem Erwartungswert aus dem ersten Arbeitsschritt und dem Ziel-Sollwert. Besteht statt eines Oberzieles ein System von Unternehmenszielen, die gleichzeitig wenn auch mit unterschiedlicher Dringlichkeit angestrebt werden sollen, so sind die Zielerwartungswerte aus dem ersten Simulationslauf ausserdem noch gemeinsam zu beurteilen, um für die spätere Strategienprüfung Vergleichsmöglichkeiten für die Realisierung des Ziel-Systems zu schaffen.

Ist keine Ziellücke festzustellen, so kann entweder eine Korrektur der Sollwerte erfolgen, deren Anspruchsniveau vermutlich zu gering war[1], oder die Auswahl von Strategien für diesen Planungszeitraum ist unnötig.

Besteht eine Lücke, so sind im zweiten Arbeitsschritt Strategien zu entwickeln[2], die die Möglichkeit eröffnen, die festgestellte Lücke zu schliessen, d.h. die Ziel-Sollwerte zu realisieren. Diese Strategien sind quantitativ zu formulieren und in das Modell einzugeben.

---

1) vgl. Heinen, E., Das Zielsystem der Unternehmung - Grundlagen betriebswirtschaftlicher Entscheidungen, Wiesbaden 1966, S. 83f. und 239ff.

2) zur Formulierung von Strategien: vgl. Steiner, G.A., Top Management Planning, London 1969, S. 236ff., Ansoff, H.I., Management-Strategie, München 1966, S. 31ff.

Der dritte Arbeitsschritt besteht in der Simulation jeder dieser Strategien und ihrer erfolgversprechenden Kombinationen. Beginnen wird man zweckmässigerweise mit den im allgemeinen leichter zu realisierenden Intensivierungsstrategien.

Anschliessend ist wieder ein Prüfschritt erforderlich, inwieweit die bisher simulierten Strategien die zu erwartende strategische Lücke (Ergebnis des ersten Prüfschrittes) zu schliessen versprechen. Da es auch denkbar ist, dass nur mehrere Strategien, die parallel verfolgt werden, die gesetzten Ziele zu erreichen vermögen, besteht das Auswahlproblem darin, festzustellen, welche Strategie oder Strategienkombination die den Risikopräferenzen[1)] des Entscheidenden gemäss günstigste Zielrealisierung verspricht.

Sollte keine der möglichen Strategien zu einer ausreichenden Zielerreichung führen, so ist eine Zielkorrektur vorzunehmen und die Strategienbewertung zu wiederholen.

Dieser Arbeitsablauf ist zur Verdeutlichung nochmals in Abb. 5 dargestellt worden.

---

1) vgl. Engels, W., Unsicherheit, Konsumverhalten und Investitionsverhalten, in: Entscheidung bei unsicheren Erwartungen, Hg.: Hax, H., Köln und Opladen 1970, S. 28ff.; Menges, G., a.a.O., S. 59ff.

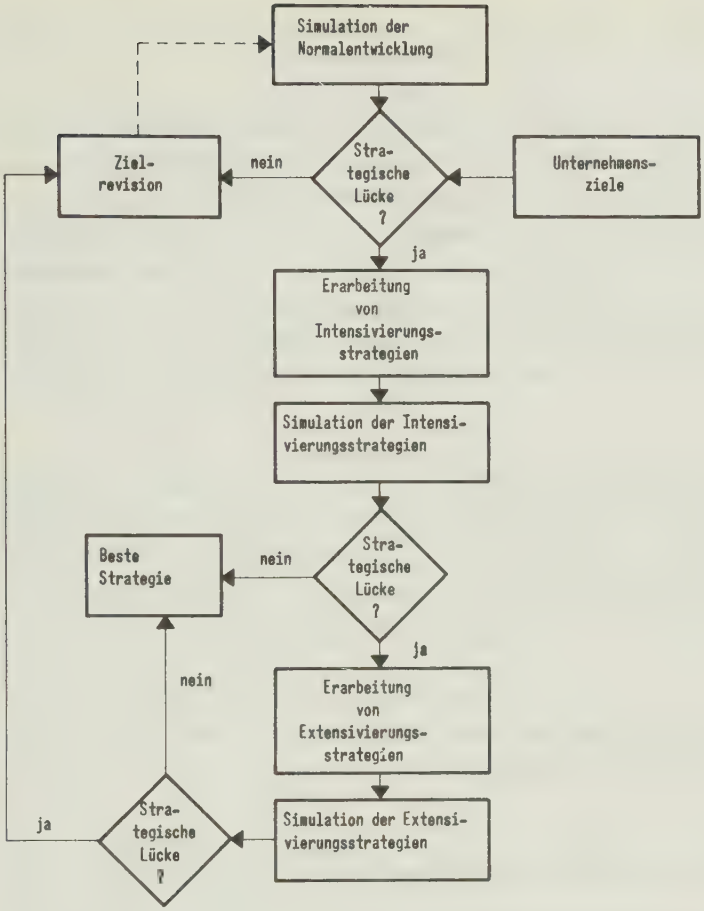


Abb. 5

Sofern eine Strategie zu Einflussgrössen oder Modellvariablen führt, die nicht in adäquater Weise im Modell vorhanden sind, ist entweder eine Anpassung des Modells vorzunehmen oder die Strategie muss aus dem Auswahlprozess über das Simulationsmodell ausscheiden.

6. Grundmodell zur Prüfung von Strategien

Um den Aufbau des Simulationsmodelles nicht zu sehr zu komplizieren, sollen zunächst nur die wichtigsten Komponenten des oben skizzierten Systems im Modell abgebildet werden. Eine weitere Beschränkung wird sich durch die Ueberprüfung der Modellfunktion an der Entwicklung einer realen Unternehmung ergeben: Elemente und Strukturen für die im vorliegenden Fall keinerlei Informationen beschaffbar sind, deren Gültigkeit mithin nicht geprüft werden kann, werden auch nicht in das Grundmodell aufgenommen.

Erst wenn an diesem Grundmodell nachgewiesen werden kann, dass das Simulationsmodell in diesem Rahmen ein geeignetes Instrument bei der Auswahl und Prüfung von Strategien im Rahmen der langfristigen Planung ist, ist es zweckmässig, eine Erweiterung und Verallgemeinerung des Grundmodelles vorzunehmen.

Dementsprechend wurde die grundsätzlich anzustrebende allgemeingültige Formulierung des Modelles zugunsten einer Vereinfachung der Modellstrukturen eingeschränkt.

6.1. Generelle Einschränkungen des Anwendungsbereiches

Dem Modell liegt der Typ einer industriellen Unternehmung[1] zugrunde, dessen Produkte dem Bereich der Konsumgüter[2] zuzuordnen sind. Sie werden als Massenfabrikat[3] über betriebseigene und

---

1) vgl. Haberlandt, K., Das Wachstum der industriellen Unternehmung, Wirtschaftsführung-Kybernetik-Datenverarbeitung Bd. 4, Berlin-Neuwied 1970, S. 15; Löffelholz, J., Repetitorium der Betriebswirtschaftslehre, Wiesbaden 1967, S. 28.

2) zur Definition vgl. Bartels, H., Systematisches Güterverzeichnis für den privaten Verbrauch, in: Wirtschaft und Statistik, Textband 1962, S. 72.

3) vgl. Gutenberg, E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre Bd. 1, 13. Aufl., a.a.O., S. 119.

betriebsfremde Verkaufsorgane[1] auf direkten oder indirekten Absatzwegen[2] vertrieben. Damit sind zunächst vor allem Handelsbetriebe[3] auszuschliessen, bei denen die in das Modell eingearbeiteten Lebenszyklen[4] von Produktionen auf Grund relativ leichter Anpassbarkeit des Sortiments keine allzu grosse Bedeutung haben. Die langlebigen Konsumgüter sind zunächst ebenfalls auszuschliessen, da für sie bei der Prognose des Marktvolumen Ersatzzyklen zu berücksichtigen sind.[5] Das Vorliegen von Massenfertigung ermöglicht eher die Verwendung empirisch-statistischer Verfahren und Durchschnittsbildung, deren Anwendbarkeit bei Einzel- oder Serienfertigung im allgemeinen nicht möglich ist.[6]

Aus demselben Grund wird das vom Unternehmen angebotene Sortiment in Produktgruppen untergliedert. Produktgruppen werden dabei von einer Anzahl verschiedener Produkte gebildet, die innerhalb des Sortiments durch die einheitliche Funktion, die sie beim Verbraucher erfüllen können, oder auf Grund produktionstechnischer Gemeinsamkeiten eine stärkere Zusammengehörigkeit zueinander als zu anderen Produkten des Sortiments haben.[7]

Darüberhinaus darf die Marktstärke des Unternehmens nicht zu gross sein, dass es auf der Absatz- oder Bezugsseite monopolistisches

---

1) vgl. Gutenberg, E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre Bd. 2, 11. Auflage, Berlin-Heidelberg-New York 1968, S. 123.
2) vgl. Ebd., S. 124.
3) vgl. Fischer, G., Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 8. Aufl. Heidelberg 1961, S. 60.
4) vgl. Schmidt, E., Brevier der Unternehmungsplanung, Praktische Betriebswirtschaft Bd. 4, Schriftenreihe des Instituts für Betriebswirtschaft an der Hochschule St. Gallen, Bern 1966, S.68; Ward, P.E., The Dynamics of Planning, Oxford-Toronto-Sidney-Braunschweig 1970, S. 58f.
5) vgl. Demand, K., Probleme der Nachfragebestimmung für dauerhafte Konsumgüter, Diss. Mannheim 1966, S. 9.
6) vgl. zum dabei auftretenden Problem des Repräsentationsschlusses: Kellerer, H., Theorie und Technik des Stichprobenverfahrens, Einzelschriften der Deutschen Statistischen Gesellschaft, Nr. 5, 3. Aufl., München 1963, S. 29.
7) dies entspricht der Abgrenzung zwischen den Subsystemen eines Obersystems; vgl. Ulrich, H., a.a.O., S. 107ff.

Verhalten[1] zeigen kann. In diesem Fall wäre die Entwicklung der Unternehmensumwelt zu sehr von den Strategien des Unternehmens abhängig, eine Umweltprognose wäre nicht mehr als exogene Variable vorzugeben.

Eine regionale Differenzierung erfolgt im Grundmodell noch nicht, d.h. das Unternehmen hat nur einen Standort, der Absatz wird nicht regional differenziert.

Der Bereich möglicher Strategien, die mit dem Modell hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die Erreichung der gesetzten Unternehmensziele untersucht werden sollen, wird im Grundmodell auf den Bereich 'Marketing'[2] beschränkt. Das Grundmodell wird demzufolge bezüglich der endogenen Variablen, der Parameter und der Modellstruktur so aufgebaut, dass vornehmlich die Strategien der Produktpolitik, der Verkaufsförderung, der Preis- und Distributionspolitik untersucht werden können.[3] Die mehr produktionsorientierten Strategien, die z.B. Verfahrensverbesserungen, die Ablauforganisation, Kostensenkungen etc. betreffen können, werden im Grundmodell zunächst ausgeklammert.

6.2. Elemente des Grundmodelles

Wie bei der Gliederung der Systemelemente können die Elemente des Modells in drei Gruppen aufgeteilt werden:[4]

---

1) vgl. Meinhold, W., Grundzüge der allgemeinen Volkswirtschaftslehre, 3. Aufl., München 1963, S. 170 ff.
2) vgl. Löffelholz, J., a.a.O., S. 408f.
3) vgl. hierzu das von Gutenberg genannte absatzpolitische Instrumentarium: Gutenberg, E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre Bd. II, a.a.O., S. 47ff.; vgl. John, E., Rechenauer, O.S., Absatzplanung, in: Schriftenreihe 6 des RKW-Handbuch der Rationalisierung, Heidelberg 1966, S. 6ff.
4) vgl. Müller, W., a.a.O., S. 68; Riesman, A., Buffa, E.S., A General Model for Production and Operations Systems, in: M.S. Vol. 11 (1964), No. 1, S. 69f.; Quandt, R.E., Estimating the Effectiveness of Advertising: Some Pitfalls in Econometric Methods, in: J.M.R. Vol. 1 (1964), No. 2, S. 52ff.; Bidlingmaier unterscheidet dagegen Instrumentalvariable, Erwartungsvariable und residualbestimmte Variable: Bidlingmaier, J., Unternehmensziele und Unternehmensstrategien, Studienreihe Betrieb und Markt, Bd. 8, Wiesbaden 1964, S. 131.

- Endogene Variable
- Exogene Variable
- Parameter

Entsprechend der Zielsetzung des Modells sind hier die endogenen Variablen nochmals zu unterteilen in:

- Zielwerte oder Unternehmensziele
- endogene Variable ohne Zielcharakter.

Die Zielwerte geben an, inwieweit die gesetzten, langfristigen Unternehmensziele erreicht werden. Sie werden durch die anderen endogenen Variablen, die exogenen Variablen und die Parameter bestimmt und stellen mithin eine Art Messwert für die Wirkung dieser Grössen auf das Unternehmen dar. Gleichzeitig wirken sie teilweise auch auf die anderen endogenen Variablen zurück, z.B. der Gewinn, der Zielwert sein kann und gleichzeitig die Art der Investitionsfinanzierung beeinflusst.

6.2.1. Unternehmensziele

Die Aufstellung von Unternehmenszielen für dieses Modell erfordert keine Entscheidung über die Stellung der Ziele zueinander. Das Modell muss lediglich in der Lage sein, Zielwerte für Unternehmensziele anzugeben, die auch in realen Unternehmen bestehen. Die Stellung der Unternehmensziele zueinander ist erst in die Interpretation und Bewertung der Zielwerte aufzunehmen, die das Modell für bestimmte Einflussgrössen, d.h. Strategien, ausweist. Da in der betriebswirtschaftlichen Literatur keine einheitliche Meinung über Zielprioritäten zu finden ist[1)], soll ihre Bildung in diesem Fall den subjektiven Präferenzen des Entscheidenden überlassen und nicht im Modell fixiert werden.

---

1) vgl. Heinen, E., a.a.O., S. 29; Schmidt-Sudhoff, U., a.a.O., S. 21ff.; Bidlingmaier, J., a.a.O., S. 59ff.; Ansoff, H.I., a.a.O., S. 47ff.; Steiner, G.A., Top Management Planning, a.a.O., S. 139 ff. u.a.

Die Auswahl der in das Modell einzubeziehenden Ziele hat unter dem Gesichtspunkt der

Operationalität[1)]
Langfristigkeit und
Quantifizierbarkeit[1)]

zu erfolgen. Nur Ziele, die diese Kriterien erfüllen, kommen als Zielgrössen des Modelles in Betracht.

Es lässt sich folgender Katalog langfristiger Unternehmensziele aufstellen:[2)]

1. Gewinnziel: Das Gewinnziel erfordert die Vorgabe eines bestimmten Periodengewinns oder einer Gewinnsumme für den Planungszeitraum.
   Gewinn wird allgemein als Ueberschuss der Erträge über die Aufwendungen verstanden[3)], dabei ist allerdings umstritten, was im einzelnen unter Erträgen und Aufwendungen oder Leistungen und Kosten zu verstehen ist. Z.B. ist die Zurechnung der Eigenkapitalzinsen zum Gewinn oder zu den Kosten strittig[4)], ähnliches gilt für den Unternehmerlohn[5)].
   Im Rahmen dieses Modells dürfte die praktische Abgrenzung des Gewinnbegriffes am zweckmässigsten den betriebsindividuellen Erfordernissen zu überlassen sein.[6)] Entsprechend würden sich auch die zugehörigen Eingabewerte ergeben.

   Da die Vorgabe eines absoluten Gewinnzieles die Gefahr birgt, dass der umsatzbezogene Gewinnanteil trotz Erreichung des absoluten Gewinnzieles unbefriedigend sein kann, so dass eine längerfristige Gefährdung des Unternehmens durch sinkende Ertragsfähigkeit nicht erkannt wird, ist die Vorgabe eines relativen vorzuziehen.

---

1) vgl. Heinen, E., a.a.O., S. 113ff.
2) vgl. Schmidt, E., a.a.O., S. 61ff.; Heinen, E., a.a.O.S.59 ff
3) vgl. Löffelholz, J., a.a.O. S. 282.
4) vgl. Heinen, E., a.a.O., S. 61ff.
5) vgl. Löffelholz, J., a.a.O., S. 283.
6) vgl. Blohm, H., Gewinnplanung, in: Unternehmungsplanung, Hg.: Agthe, K., Schnaufer, E., Baden-Baden 1963, S. 417.

2. Umsatzziel: Das Ziel, einen bestimmten Umsatz (Gesamtumsatz, regionaler Umsatz oder Umsatz in einer Produktgruppe) innerhalb einer gewissen Zeit zu erreichen, kann leicht quantifiziert werden, da Unterlagen über die Verkäufe des Unternehmens immer recht detailliert vorhanden sind oder erstellt werden können.

   Da es nach Heinen für "den Begriff des Umsatzes ohne Bedeutung (ist)[1], ob das geldliche Aequivalent in Form effektiver Einzahlungen eingeht oder sich in einer Erhöhung der Forderungsbestände äussert"[2], soll Umsatz als "das geldliche Aequivalent für die abgesetzten Mengen"[3] definiert werden, d.h. als das Produkt aus Verkaufsmenge und Verkaufspreis bezogen auf eine bestimmte Periode. Gegebenenfalls zu berücksichtigende Skonti, Rabatte etc. sind als Umsatzschmälerung den Kosten zuzurechnen, die im Rahmen der Umsatzerzielung anfallen.

Da im Grundmodell nur die beiden Ziele 'Gewinn' und 'Umsatz' berücksichtigt werden, soll auf die weiteren möglichen Ziele nur noch kurz eingegangen werden.

3. Rentabilitätsziel: "Die Rentabilität ist das Verhältnis vom Erfolg (Gewinn) zum Kapital"[4].

4. Wachstumsziel: Wachstumsziele geben als Zielwert eine positive Veränderung oder Erhöhung bestimmter Kennwerte vor.[5] Wachstumsziele beziehen sich im wesentlichen auf

   - Umsatz
   - Gewinn
   - Kapital
   - Rentabilität
   - Marktanteil

5. Wirtschaftlichkeitsziel: "Wirtschaftlichkeit oder 'Oekonomität' (Mellerowicz) ist das Verhältnis von Ertrag und Aufwand oder von Leistung und Kosten."[6]

---

1) Einführung d.V.
2) u. 3) Heinen, E., a.a.O., S. 64.
4) Löffelholz, J., a.a.O., S. 35.
5) mathematisch ein Differenzen- o. Differentialquotient.
6) Löffelholz, J., a.a.O., S. 34

Als weitere, oft nur schwierig zu quantifizierende Unternehmensziele wären zu nennen:[1)]

- Sicherung gegen Risiken
- Unabhängigkeit
- Prestigestreben
- Machtstreben
- Ethische Ziele
- Soziale Ziele
- Marktstärke und Flexibilität.[2)]

6.2.2. Endogene Variable ohne Zielcharakter

Verglichen mit den Unternehmenszielen ist die Zahl der anderen endogenen Variablen erheblich grösser. Ihre Zahl steigt mit zunehmender Feinheit des Modelles, d.h. mit steigender Genauigkeit in der Abbildung des realen Systems.

Diese endogenen Variablen des Grundmodelles sind nur zum Teil durch die Wahl entsprechender Strategien direkt zu verändern, ein Teil der Grössen hat zunächst nur interne Bedeutung, er stellt ein Reservoir für spätere Modellerweiterungen dar und erfüllt im Grundmodell nur erklärende Funktionen, um die Uebersichtlichkeit des Modells zu erhöhen, oder dient der Verknüpfung verschiedener Grössen.

Auf letztere Art endogener Variablen wird im folgenden nur beschränkt eingegangen.

6.2.2.1. Endogene Variable auf der Absatzseite

Entsprechend dem Schwergesicht des Grundmodells liegen die wichtigen endogenen Variablen auf der Absatzseite. Bezüglich der Gestaltung des Produktionsprogramms wurden die folgenden Grössen eingeführt:

---

1) vgl. Bidlingmaier, J., a.a.O., S. 59f.; Heinen, E., a.a.O. S. 77ff.
2) vgl. Menzl, A., a.a.O., S. 23f.

'Lebensalter' von Produkten:[1]	Der dem Lebensalter zugrundeliegende Lebenszyklus von Produkten ist zwar nicht direkt vom Unternehmen zu beeinflussen, aber die Altersstruktur des Sortiments kann durch Aufnahme oder Aufgabe von Produktgruppen anhand des Lebensalters gesteuert werden. Ueber die Abhängigkeit des Umsatzes vom Lebensalter[2] ist damit auch der Umsatz beeinflussbar.
Zahl der Produktgruppen:	Die Zahl der angebotenen Produktgruppen wird zwar vom Markt und der Konkurrenz beeinflusst, ist aber letztlich vom Unternehmer zu bestimmen.
Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen:[3]	Diese Aufwendungen sind frei wählbar, wobei allerdings bei Ueberschreitung gewisser maximaler Veränderungsraten die Wirksamkeit der Veränderung verringert wird.[4] (Unter die Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen sind auch Lizenz- und Patentgebühren zu rechnen, da sie im Endeffekt auch zur Produktionsgestaltung dienen; ausgenommen Stücklizenzen).

---

1) das Lebensalter oder der Lebenszyklus von Produkten wird auch von Albach benutzt: Albach, H., Zur Theorie des wachsenden Unternehmens, in: Theorien des einzelwirtschaftlichen und des gesamtwirtschaftlichen Wachstums, Hg.: Albach, H., u.a., Berlin 1965, S. 62ff.; "von 1960 bis 1963 lässt sich dieser Verlauf der Lebenszyklen aus dem Nielsen-Kolonialwarenindex für einige Waren belegen." (Albach, H., ebda., S. 58).

2) vgl. Ward, P.E., The Dynamics of Planning, Oxford-New York-Toronto-Sidney-Braunschweig 1970, S. 58f.; Scheuing, E.E., The Product Life Cycle as an Aid in Strategy Decision, in: Management International Review, Vol. 9 (1969), Heft 4/5, S.115f. u.a.

3) vgl.Brändle, R., Unternehmenswachstum, Wiesbaden 1970, S. 26f.; vgl. Brockhoff, K., Forschungsplanung im Unternehmen, Wiesbaden 1969, S. 231.

4) vgl. Kieser, A., Ein Simulationsmodell des Unternehmungswachstums, in: ZfbF 22. Jg. (1970, Heft 2, S. 90.

Aufwand je Projekt im F & E-Bereich: Die durchschnittlich je Forschungs- oder Entwicklungsprojekt anzusetzenden Aufwendungen sind zwar nicht völlig frei wählbar, aber durch verschiedenste Massnahmen in einem gewissen Bereich beeinflussbar.[1)]

Zahl der F & E-Projekte: Korrespondierend mit den F & E-Aufwendungen insgesamt und dem Aufwand je Projekt ist die Zahl der Projekte bei entsprechender Priorität frei bestimmbar.

Produktqualität: Die Produktqualität, die als absatzpolitisches Instrument anzusehen ist, kann vor allem in der vorliegenden langfristigen Betrachtungsweise als durch das Unternehmen vorgebbar angesehen werden.[2)]

Im Bereich der Preispolitik als dem nächsten absatzpolitischen Instrument[3)] wird zunächst nur von einer Grösse ausgegangen, dem Durchschnittspreis der einzelnen Produktgruppen: Soweit der Durchschnittspreis durch Preisänderungen bei einzelnen Produkten verändert wird, ist er frei bestimmbar; Aenderungen durch Schwerpunktänderungen in den Produktanteilen innerhalb einer Produktgruppe (z.B. durch Bevorzugung billigerer Kategorien seitens der Kunden) sind dagegen vom Unternehmen nicht direkt zu beeinflussen.[4)]

---

1) z.B. durch sorgfältigere Projektkontrolle und rechtzeitigeres Ausscheiden aussichtslos erscheinender Projekte.
2) die Produktqualität ist als nichtquantitative Einflussgrösse durch Bildung entsprechender Relationsgrössen (eigenen Qualität bezogen auf den Branchendurchschnitt) zu quantifizieren.
3) zum absatzpolitischen Instrumentarium, zu dem auch das Produktprogramm, Produktqualität zu zählen sind, vgl. Gutenberg, E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Bd. II, Berlin-Heidelberg-New York 1968, S. 123ff.; Gutenberg, E., Die Absatzplanung als Mittel der Unternehmenspolitik, in: Absatzplanung in der Praxis, Hg.: Gutenberg, Wiesbaden 1962, S. 29Of.; Plüss, E., Absatzplanung und ihre Stellung innerhalb der Unternehmungsplanung, Diss. St.Gallen 1966, S. 30; Butt, R.V., Sales effort and marketing strategy, AMA 1969, S. 139f.
4) vgl. Pümpin, C., Langfristige Marketingplanung, Bern-Stuttgart 1968, S. 77ff.

Im Bereich 'Werbung' wird zunächst nur berücksichtigt:

Werbeaufwand für die einzelnen Produktgruppen: Im Werbeaufwand, der völlig frei vom Unternehmen anzusetzen ist, können zusammen mit dem Werbeerfolg die verschiedenen Werbestrategien[1] wiedergegeben werden wie: Image-Bildung, Dauerwerbung, Vertriebsweg-Werbung, Artikel-Werbung, spezielle Werbemethoden etc.[2]

Werbeerfolg:[3] Der Werbeerfolg gibt die Wirkung der eingesetzten Werbeaufwendungen auf den Absatz wieder, er ist nur bedingt vom Unternehmen zu steuern.

Für die möglichen 'Absatzmethoden' werden die folgenden zwei Einflüsse berücksichtigt:

Distributionsaufwendungen:[4] Die Distributionsaufwendungen sind als wertmässiger Ausdruck der Bemühungen um Absatzbeeinflussung im Vertriebssektor anzusehen[5] und können zur Wiedergabe verschiedener Distributionsstrategien benutzt werden, wie z.B. Benutzung verschiedener Absatzkanäle, Leistungsänderungen der Vertriebsmitarbeiter u.a.

Distributionserfolg: Ebenso wie bei den Werbeausgaben ist auch für die Distributionsaufwendungen die Wirkung des Mitteleinsatzes auf den Absatz als Einflussgrösse zu berücksichtigen.

---

1) vgl. Kommann, U., Absatzplanung eines Versandhauses, in: Absatzplanung in der Praxis, Hg.: Gutenberg, E., Wiesbaden 1962, S. 191f.; John, E., a.a.O., S. 17ff.
2) vgl. Hirte, K., Wie kann durch Werbung und sonstige aktive Marketing-Verkaufsanstrenungen der Wirkung einer Rezession begegnet werden? in: Schriften zur Unternehmensführung - Unternehmenspolitik bei schwankender Konjunktur - Bd. 1, Hg.: Jacob, H., Wiesbaden 1967, S. 96ff.
3) vgl. Sevin, C.H., Marketing Productivity Analysis, St. Louis-New York-San Francisco-Toronto-London-Sidney 1965, S. 54 ff.
4) vgl. Gutenberg, E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre Bd. II, a.a.O., S. 37ff.
5) dabei ist es von sekundärer Bedeutung, ob im Einzelfall statt der Distributionskosten (vgl. Gutenberg, E., ebda., S.37) nur die Vertriebskosten berücksichtigt werden, und wie sie von den Fertigungskosten getrennt werden; wichtiger ist die einheitliche Vorgehensweise im jeweiligen Planungsfall.

6.2.2.2. Sonstige endogene Variable

Als weitere, vom Unternehmen weitgehend zu beeinflussende Grössen sind im Grundmodell noch zu nennen:

Absatzmengen: ieviel Einheiten eines Produktes abgesetzt werden, kann - zumindest nach unten hin - durch das Unternehmen frei festgelegt werden.

Produktionskapazität: Unter Beachtung finanzieller und kostenmässiger Restriktionen ist die Kapazität der Produktionsanlagen als freiwählbare Grösse anzusehen.

Fremdkapital: Die Aufnahme von Fremdkapital wird einerseits durch die betrieblichen Erfordernisse und andererseits durch Vorstellungen über die Relation zum Eigenkapital seitens der Unternehmensführung bestimmt.[1)]

Lohnsätze und Materialpreise: Die 'Preise' des Bezugsmarktes für Arbeitskräfte und Rohstoffe sind vom Unternehmen im allgemeinen nur in geringem Umfang frei zu gestalten.[2)] Speziell bei den Löhnen wird im allgemeinen nur eine Erhöhung über den Marktdurchschnitt möglich sein, um dadurch Vorteile bezüglich Fluktuation, Personalqualifikation etc. zu erhalten.

---

1) abgesehen von der Verfügbarkeit am Kapitalmarkt.

2) dies ist in Abhängigkeit von der Bedeutung des Unternehmens als Abnehmer von Rohstoff und seiner regionalen Bedeutung als Arbeitgeber zu sehen.

6.2.3. Exogene Variable

Die Aufzählung der exogenen Variablen erfasst alle im Grundmodell berücksichtigten Grössen, die unabhängig von Unternehmensstrategien die Erreichung der langfristigen Unternehmensziele beeinflussen.

Volkswirtschaftliche Leitgrössen: Die gesamtwirtschaftlichen Grössen, die die Entwicklung des Marktvolumens und die gesamtwirtschaftliche Situation für das Unternehmen repräsentieren, lassen sich nicht a priori festlegen, im Grundmodell müssen sie allgemein angegeben werden, da sie sich von Unternehmen zu Unternehmen verändern können. Als Leitgrössen, von denen die am besten geeigneten durch Korrelationsanalyse auszuwählen sind, kommen in Betracht Bruttosozialprodukt, Privater Verbrauch, Sektoraler privater Verbrauch, Sektorale Wertschöpfungen, Zahl der Nachfrager u.a.

Teuerungsraten: Für bestimmte Preise am Bezugsmarkt ist es zweckmässig mit Teuerungsraten zu arbeiten, die als Preissteigerungen angeben, um wieviel der tatsächlich erhältliche Gegenwert bestimmter Aufwendungen sich verändert (z.B. bei den durchschnittlichen Investitionen je Kapazitätseinheit).

Löhne und Materialpreise: Für die Entwicklung der Kostenstruktur sind die zu erwartenden durchschnittlichen Lohnsätze und Materialpreise als exogene Grössen zu berücksichtigen.

Branchenwerte für Durchschnittserlöse, Werbeaufwendungen, Distributionsaufwendungen und Produktqualität: Die Wirkung des absatzpolitischen Instrumentariums, das vom Unternehmen eingesetzt wird, ist in seiner Wirkung

von dem Verhalten der Konkurrenten, d.h. dem Branchendurchschnitt abhängig.[1)]

Investitionen: Ebenso wie Löhne und Materialpreise sind dem Unternehmen die durchschnittlich je Kapazitätseinheit erforderlichen Investitionen als fest vorgegeben zu betrachten.[2)]

Steuern: Die vom Unternehmen abzuführenden Steuern sind als exogene Grössen anzusehen, die Möglichkeiten einer Manipulation der Steuerzahlungen werden im Modell nicht berücksichtigt.

6.2.4. Parameter

Die Klassifizierung von Modellelementen als Parameter, d.h. als im Rahmen des Modells konstante Grössen, erfolgt zum einen zwangsläufig entsprechend den Verhältnissen im realen System, zum anderen willkürlich zur Vereinfachung des Modelles als mehr oder weniger gute Annäherung an die realen Verhältnisse. Letzteres vor allem bei Grössen, deren Varianten in der Planungsperiode für die Erreichung der gesetzten Unternehmensziele nur von geringer Bedeutung sein dürfte.[3)]

Die Modellparamter lassen sich wie die Variablen nach Art ihrer Herkunft in Parameter exogener Natur und Parameter endogenen Charakters unterteilen. Die Unterteilung ist allerdings nicht immer eindeutig möglich, da sie oft durch die spezielle Unternehmenssituation beeinflusst wird.

---

1) vgl. Cordes, H., Unternehmensforschung und Absatzplanung, Wiesbaden 1968, S. 40f.; Robinson, P.J., Faris, C.W. Industrial Buying and Creative Marketing, Hg.: Marketing Science Institute, Boston 1967,S.170 f.

2) Da eine Veränderung in der Technologie noch nicht berücksichtigt wird, besteht bei Investitionen auch nicht die Möglichkeit, durch Aenderung der Produktionsverfahren die erforderlichen Investitionen zu verändern.

3) Inwieweit ein Parameter zu Recht konstant gesetzt wurde, ist später im Rahmen der Sensitivitätsanalyse am fertigen Modell zu überprüfen.

6.2.4.1. Exogene Parameter

Zu den exogenen Parametern sollen auch die Grössen gezählt werden, die im Grundmodell vorläufig konstant gesetzt wurden, wie z.B. technologische Faktoren, um eine Vereinfachung zu erreichen.

Folgende Gruppen von Parametern werden unterschieden:

Steuersätze: in diese Gruppe fallen der Gewinnsteuersatz, steuerliche Abschreibungssätze[1] auf Gebäude, Maschinen und sonstige Einrichtungen und Kostensteuern.

Konstante Grössen des Absatzmarktes: Reaktionsschwellen[2] der Käufer für Preisänderungen, Aenderungen des Werbe- und Distributionsaufwandes und der Produktqualität; Uebergangswahrscheinlichkeiten für die Lebensphasen der Produkte bzw. Länge der Lebenszyklen.[3]

Schwellenwerte im Forschungssektor: für die Anederung der Forschungs- und Entwicklungskapazitäten sind Grenzwerte zu beachten, deren Ueberschreitung die Effizienz der F & E-Aufwendungen mindert.[4]

---

1) eine mögliche Wahl zwischen verschiedenen Abschreibungssätzen wird für den Planungszeitraum nicht berücksichtigt.
2) vgl. Gutenberg, E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre Bd. II, a.a.O., S. 284f.; Osborne, M.F.M., Periodic structure in the Brownian motion of stock prices, in: O.R., Vol. 10 (1962), No. 3, S. 345 f.
3) bezügl. Uebergangswahrscheinlichkeiten: Ferschl., F., Zufallsabhängige Wirtschaftsprozesse, Wien-Würzburg 1964, S. 13f.; Ackoff, R.L., Sasieni, M.W., Operations Research, Stuttgart 1970, S. 279. u.a.; bezüglich Lebenszyklus: vgl. Schmidt, E., Brevier der Unternehmungsplanung, Schriftenreihe Praktische Betriebswirtschaft, Hg: Institut für Betriebswirtschaft, Heft 4, Köln und Opladen 1966, S. 72; durch Aufteilung der kontinuierlichen Lebenszykluskurve in diskrete Lebensphasen (Einführung, Wachstum, Reife, Stagnation, Schrumpfung) lassen sich zwischen diesen 'Zuständen' Uebergangswahrscheinlichkeiten bestimmen.
4) vgl. Kieser, A., a.a.O., S. 90; in der Praxis werden +15% bei Erhöhung und -5% bei Reduktion der F & E-Kapazität als Grenzwerte angesehen.

Technologische Faktoren: da für das Grundmodell eine Veränderung der Produktionstechnik ausgeschlossen wird, ergibt sich eine grössere Zahl technologischer Parameter: Materialmengen je Produktionseinheit, Fertigungszeit je Produktionseinheit, Zeitbedarf für die Errichtung neuer Kapazitäten, Anteil jährlich zu erneuernder Kapazitäten.

6.2.4.2. Endogene Parameter

Ebenso wie bei den exogenen Parametern sind endogene Parameter zum Teil zur Vereinfachung des Grundmodelles eingeführt worden.

Es werden folgende Gruppen unterschieden:

Investitionssektor: erforderliche Investitionen für neue Maschinen, Gebäude und sonstige Einrichtungen sowie für Ersatzinvestitionen bezogen auf die Kapazitätseinheit

Absatzmarkt: Exponenten für die Auswirkungen von Preis-, Werbe- und Distributionsaufwandsänderungen auf den Absatz der Produkte, sowie Faktoren für den Einfluss der Branchenentwicklung und der gesamtwirtschaftlichen Situation auf den Unternehmensumsatz.

F & E-Bereich: Erfolgshäufigkeit für Forschungsprojekte und für Entwicklungsprojekte

Sonstige Parameter: Anteil des Umlaufvermögens, der langfristig finanziert werden muss; Zinssatz für die Diskontierung der Gewinne im Planungszeitraum.

6.3. Modellstrukturen

Das Grundmodell ist nun so zu strukturieren, d.h. die Beziehungen zwischen den Modellelementen sind so zu knüpfen, dass die Zielwerte in einer der langfristigen Entwicklung des realen Unternehmens und seiner Umwelt entsprechenden Weise durch die Parameter und Variablen, einschliesslich der berücksichtigten Zufallseinflüsse in diesen Grössen, verändert werden.

Zur Entwicklung und Darstellung dieser Modellstrukturen wurde zunächst ein Blockdiagramm entworfen, dás einen ersten Ueberblick über die wesentlichen Beziehungen gibt, die zwischen den Modellelementen berücksichtigt werden.

6.3.1. Blockdiagramm des Grundmodells und mögliche Beziehungsarten

Das dem Modell zugrundeliegende Blockdiagramm ist in Abb. 6 wiedergegeben. Zur besseren Veranschaulichung der Zusammenhänge wurden die Nummern der wichtigsten Gleichungen und Beziehungen, die unter Abschnitt 6.3.2. aufgestellt werden, in die jeweiligen Blöcke bzw. Verbindungslinien eingetragen.

Die Umwelt, die auf die Unternehmensziele 'Gewinn' und 'Umsatz' einwirkt, wird in die Bereiche 'Bezugsmarkt', ' Absatzmarkt', 'Staatlicher Einfluss', ' Gesamtwirtschaft' und 'Kapitalgeber' unterteilt.

Die Beziehungen des Unternehmens zum Absatzmarkt ergeben sich über die Nachfragestruktur der Nachfrager, aus den Lebenszyklen der Produktgruppen im Markt und aus den absatzpolitischen Aktivitäten des Unternehmens. D.h. der Umsatz und der Gewinn werden durch die preis-, werbe- und distributionspolitischen Massnahmen des Unternehmens aktiv beeinflusst: einerseits verursachen sie Kosten, andererseits verändern sie den Umsatz. Exogen wirkt dagegen von der Umwelt die im Markt vorhandene Nachfrage auf den

Blockdiagramm des Grundmodlles

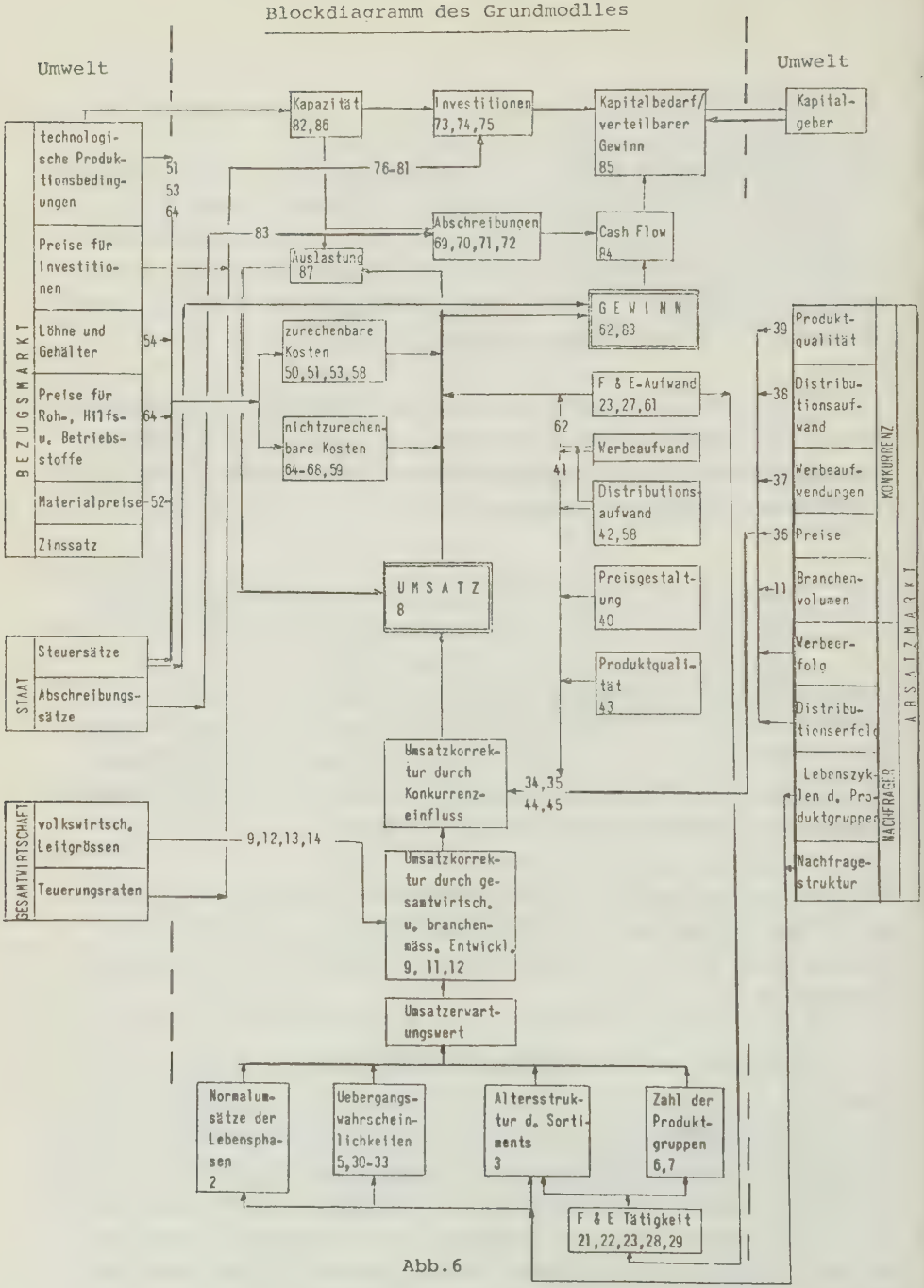


Abb. 6

Unternehmensumsatz ein, der das Unternehmen durch eine entsprechende Forschungs- & Entwicklungstätigkeit zur Schaffung neuer Produkte im Sortiment möglichst gut zu entsprechen versuchen kann. Speziell die Lebenszyklen der Produkte können sich durch die Struktur der Nachfrage am Absatzmarkt stark verändern, so dass eine rasche Ueberalterung des Sortiments bei stagnierenden oder schrumpfenden Umsätzen eintreten kann, der durch absatzpolitische Massnahmen zu begegnen ist. Die Wirkung dieser Massnahmen auf den Umsatz hängt wiederum vom Erfolg beim Nachfrager ab, d.h. mit welcher Wirkung die Werbe- und Distributionsaufwendungen eingesetzt werden bzw. wie sie beim Kunden "ankommen". Gleichzeitig ist jedoch die Aktivität der Konkurrenten von Bedeutung, da die eigenen Massnahmen in Relation zu Konkurrenzmassnahmen zu betrachten sind. Statt einzelner Konkurrenten werden dazu im Modell Durchschnittspreise, durchschnittliche Produktqualität, Gesamtwerbe- und Distributionsaufwendungen der Branche, d.h. aller konkurrierenden Unternehmen in einem Block, in Relation zu den Aktivitäten des Unternehmens gesetzt.

Für den Einfluss der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung auf Umsatz und Gewinn der Unternehmung werden Leitgrössen vorgesehen, die konjunkturelle Entwicklungen in einer für das Unternehmen zutreffenden Form aufweisen und deren langfristige Entwicklung auch für die Branche des betrachteten Unternehmens zutrifft, z.B. privater Verbrauch für Unternehmen der Konsumgüterbranche. Zusätzlich werden noch Teuerungsraten vorgesehen, die zu einer Aenderung auch bei konstantgehaltenen Grössen führen können, wie z.B. Investitionsaufwand je Kapazitätseinheit.

Der staatliche Sektor wirkt im Grundmodell nur in Form der vorgeschriebenen Steuer- und Abschreibungssätze, die als Parameter eingeführt wurden.

Der Bezugsmarkt beeinflusst den Gewinn des Unternehmens durch Löhne, Gehälter, Materialpreise und technologische Produktionsbedingungen, die vom einzelnen Unternehmen, das keine Monopolstellung aufweist, mehr oder weniger zu akzeptieren sind. Da auch die erforderlichen Investitionen vom Bezugsmarkt bestimmt werden, kann über den verteilbaren Gewinn und die angestrebte Kapazitätsveränderung ein möglicher Kapitalbedarf bestimmt werden. Im Bezugsmarkt sind zunächst nur die wertmässigen Einflüsse unterschieden worden. Die Verfügbarkeit der für einen bestimmten Absatz benötigten Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe, sowie Maschinen, Einrichtungen und Arbeitskräfte wurden dagegen im Modell noch nicht berücksichtigt.

Als letzte Gruppe ist der Kapitalgeber zu nennen, dessen Funktion hier auf den Ausgleich langfristiger Finanzmittel reduziert wurde, d.h. auf die Aufnahme des verteilbaren Gewinnes und das Aufbringen des Kapitals für die vorgesehenen Investitionen in Form eines Ausgleiches negativer Werte des verteilbaren Gewinns.

Für die Verknüpfung der Modellelemente entsprechend den oben skizzierten Beziehungen lassen sich vier Typen von Beziehungen unterscheiden[1]:

- funktional-deterministische Beziehungen
- stochastische Beziehungen
- deterministische Funktion mit stochastischem Störungsterm
- logische Verknüpfungen.

Funktional-deterministisch sind z.B. Gleichungen zur Berechnung der Gesamtkosten aus den einzelnen Kostenarten oder die Umsatzermittlung durch Summierung des Produktes (Preis x Absatzmenge) für alle Produktgruppen. Stochastische Beziehungen wurden z.B. bei Ermittlung der Lebensphasen der einzelnen Produktgruppen

---

1) vgl. Schwarze, J., a.a.O., S. 5ff.

zugrundegelegt, bei der der Wechsel zwischen zwei Lebensphasen zufällig, wenn auch mit einer durchschnittlichen Häufigkeit, erfolgt. Eine additive Verknüpfung deterministischer Beziehungen und stochastischer Störungsterme wird z.B. für Trendgrössen gewählt, deren Verlauf durch Regressionsanalysen[1] von Vergangenheitsentwicklungen einschliesslich der Streuungen um diesen Trend bestimmt wurde. Unter Annahme von Wahrscheinlichkeitsverteilungen[2] für die Streuung der aktuellen Werte um diesen Trend aufgrund der Schwankungen in der Vergangenheit kann dann jeweils der aktuelle Wert dieser Grösse in der entsprechenden Planungsperiode simuliert werden. Derartige Funktionen haben die allgemeine Form[3]

$$y = g(x_1, x_2, \ldots, x_n) + \sigma(x_1, x_2, \ldots, x_n) \cdot u$$

Dabei bezeichnet g die Regressionsfunktion und $\sigma \cdot u$ die zufällige oder nicht mehr erklärte Störgrösse oder das 'Rauschen'[4].

Für u wird dabei eine (0,1)-Normalverteilung angenommen.

---

1) nach Stern sollten Regressionsanalysen nur durchgeführt werden, falls entsprechende Vergangenheitsdaten verfügbar sind und die Branchenentwicklung relativ stetig ist, vgl. Stern, M., Marketing-Planung, 2. Aufl., Berlin 1969, S. 44; vgl. Sachs, L., Statistische Auswertungsmethoden, Berlin-Heidelberg-New York 1968, S. 425.
2) vgl. Heinhold, J., Gaede, K.-W., Ingenieur-Statistik, München-Wien 1968, S. 156f.; Sachs, L., a.a.O., S. 425; Hochstädter, D., Uebe, G., Oekonometrische Methoden, Bd. 26, 1970, S. 54.
3) vgl. Jensen, E.L., a.a.O., S. 715; Walsh, J.E., Use of Linearized Nonlinear Regression for Simulations involving Monte Carlo, in: O.R., Vol. 10 (1962) No. 2., S. 228ff.
4) vgl. Couts, D., Grether, D., Nerlove, M., Forecasting Non-stationary Economic Time Series, in: M.S., Vol. 13 (1966), No. 1, S. 11f.; Thompson, H.E., Sales Forecasting Errors and Inventory Fluctuations: Random Errors and Random Sales, in: M.S., Vol. 12 (1965), No. 5, S. 448ff.

Als Regressionsfunktion wird bevorzugt der lineare Ansatz gewählt. Für langfristige Prognosen ist dieser lineare oder durch geeignete Umformungen linearisierte Ansatz angesichts des relativ geringen mathematischen Aufwandes als besonders geeignet anzusehen[1]. Nichtlineare Regressionsansätze werden nur in Ausnahmefällen gewählt. Sie können jedoch für die Prognose gefährlich sein, da sie zwar die Vergangenheitswerte gut annähern, in der Prognose dagegen oft unrealistische Werte annehmen können.[2]

Die Ableitung der Regressionsparameter für lineare Regressionsfunktionen aus dem empirischen Datenmaterial wurde im Anhang in allgemeiner Form für die 'Methode der kleinsten Quadrate' und die 'Maximum-Likelihood-Methode' wiedergegeben.[3] Und zwar für den eindimensionalen und den zweidimensionalen Regressionsansatz.

Logische Verknüpfungen treten im allgemeinen als rechentechnische Hilfsmittel auf, sie beziehen sich auf Verzweigungen im Rechnungsablauf oder werden beim Auftreten unstetiger Funktionen im Modell benötigt.

---

1) zur Wahl der Regressionsfunktionen vgl. Katzner, D.W., Klein, L.R., On the Possibility of the General Linear Economic Model, in: Economic Models Estimation and Risk Programming, Lecture Notes Nr. 15, 1970, S. 342; Lesourne, J., a.a.O., S. 220ff.; Ackoff, R.L., Sasieni, M.W., a.a.O., S. 87; Burford, R.L., Basic Statistics for Business and Economics, Columbus, Ohio, 1970, S. 415; Kneschaurek, F., Umweltprognosen und Unternehmungsplanung, in: Grundprobleme der Unternehmungsplanung, Betriebswirtschaftliche Mitteilungen, Hg.: Institut für Betriebswirtschaft an der Hochschule St. Gallen, Heft 41, Bern 1968, S. 46.

2) Speziell für mehrdimensionale Regressionen wird der nichtlineare Ansatz sehr schwer handhabbar.

3) Auf eine genaue Wiedergabe der Berechnung der Koeffizienten verwendeter Regressionsfunktionen im einzelnen Anwendungsfall konnte daher verzichtet werden.

6.3.2. Darstellung der Strukturen im Grundmodell

Die Darstellung der benutzten Beziehungen zwischen den Modellelementen erfolgt etwa in derselben Reihenfolge wie im EDV-Programm. Ebenso werden dem Rechenprogramm weitgehend entsprechende Abkürzungen und Symbole zur Darstellung der Beziehungsstrukturen benutzt.

Die zur Bestimmung der Eingabegrösse des Modelles erforderlichen Rechenschritte, z.B. die Ermittlung der Regressionskoeffizienten, werden ebenso wie allfällige Hinweise auf mögliche Modellerweiterungen in Fussnoten aufgeführt.

6.3.2.1. Ermittlung eines Umsatzerwartungswertes

Der Umsatzerwartungswert UE(j)[1] des Unternehmens in der Periode j ergibt sich als Summe der Umsatzerwartungswerte in den einzelnen Produktgruppen (i = 1,2,...p(j):

$$(1) \quad UE(j) = \sum_{i=1}^{p(j)} UE(i,j)$$

Basis der Umsatzerwartungswerte UE(i,j) der Produktgruppen ist der Umsatzverlauf über dem Lebenszyklus[2]. Im Gegensatz zum Vorgehen von Brockhoff[3] wird der Lebenszyklus durch fünf Lebensphasen nachgeahmt. Ein Verfahren, das den mathematischen Aufwand reduziert und die Berücksichtigung der F & E-Tätigkeit erleich-

---

1) Die Indexgrössen werden entsprechend der Darstellung im EDV-Programm generell in Klammern hinter die Variable gesetzt: j bezeichnet dabei immer die Planungsperiode (j = 1,2,...T); i bezeichnet die Produktgruppe, deren Gesamtzahl p(j) von der Zeit abhängig ist.

2) vgl. Scheuing, E.E., The Product Life Cycle as an Aid in Strategy Decisions, in: Management International Review, Wiesbaden 1969, Vol. 9, Heft 4/5, S. 115 f.; Albach, H., Theorie des wachsenden Unternehmens, a.a.O., S. 56 ff.

3) vgl. Brockhoff, K., Unternehmenswachstum und Sortimentsänderung, Köln und Opladen 1966, S. 111.

tert. Für jede Lebensphase ist ein Umsatznormalwert UN(z,j) aus den Umsatzverläufen des Unternehmens[1] für die einzelnen Produktgruppen in der Vergangenheit zu ermitteln. Als Schätzfunktion für die Veränderung dieses Normalumsatzes der einzelnen Lebensphasen[2] im Planungszeitraum dürfte zunächst ein linearer Ansatz genügen[3]:

$$(2) \quad UN(z,j) = UNO(z) + UN1(z) \cdot j + SUN(z) \cdot u$$

Koeffizienten und Störglied (SUN·u) können als Schätzwerte aus der Vergangenheit ermittelt werden[4]. Unter Zugrundelegung einer (O, σ)-Normalverteilung für die Streuung der realen Werte um den Trendwert kann SUN(z) als Streuung der Umsatzwerte um den Vergangenheitstrend errechnet werden[5]. u bezeichnet entsprechend eine

---

1) Lebenszyklen lassen sich aus den Unternehmensumsätzen leichter ermitteln, Branchenzahlen fehlen oft; die Unterstellung gleicher Lebenszyklusverläufe für Unternehmen und Branche erscheint realistisch.

2) z = 1,..., 5 bezeichnet die fünf Lebensphasen; ausgeschiedene Produktgruppen werden mit z = 6 und UE = O weiter mitgeführt.

3) Falls die Prüfung auf Linearität des Regressionsansatzes z.B. nach Sachs, L., a.a.O., S. 421 ff. negativ ausfällt, ist durch Variablensubstitution gegebenenfalls eine Linearisierung zu erreichen: vgl. Hochstädter, D., Uebe, G., a.a.O. S. 23; Heinhold, J., Gaede, K.W., a.a.O., S. 231.

4) Für jede Lebensphase z ist eine SChätzgerade zu entwickeln, deren Koeffizienten unter Annahme einer identisch verteilten Störvariablen nach dem 'Maximum-Likelihood-Verfahren' (vgl. Hochstädter, D., Uebe, G., a.a.O., S. 54) aus den Werten der M Vergangenheitsperioden geschätzt werden können; zur Berechnung der Koeffizienten sei auf den Anhang verwiesen.

5) Für das Störglied kann entsprechend der 'Maximum-Likelihood'-ein Schätzwert benutzt werden; diese Bestimmung berücksichtigt allerdings nicht, dass für steigendes j (steigende Entfernung von den Vergangenheitswerten der Regression) die zufälligen Abweichungen vom Trend als Ausdruck steigender Prognoseunsicherheit grösser werden sollte (vgl. Sachs, =, a.a.O., S. 430). Hierfür wäre die Vertrauensintervall-Schätzung benutzbar (vgl. Sachs, L., a.a.O., S. 430 f.; Heinhold, J., Gaede, K.H., a.a.O., S. 239ff.).

(0,1)-normalverteilte Zufallsgrösse[1], die durch Transformation aus einer gleichverteilten Zufallszahl zz gewonnen werden kann[2]:

$$(3)\quad zz = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{u} e^{-t^2/2} \cdot dt$$

Ausgehend von der Zugehörigkeit einer Produktgruppe zu einer bestimmten Phase z des Lebenszyklus ergibt sich der Umsatzerwartungswert als Umsatznormalwert UN(z,j) der Lebensphase unter Berücksichtigung des zufälligen Störeinflusses (SUN·u):

$$(4)\quad UE(i,j) = \begin{cases} UN(1,j) & \text{für STATUS}(i,j) = 1 \\ UN(2,j) & \text{für STATUS}(i,j) = 2 \\ UN(3,j) & \text{für STATUS}(i,j) = 3 \\ UN(4,j) & \text{für STATUS}(i,j) = 4 \\ UN(5,j) & \text{für STATUS}(i,j) = 5 \\ 0 & \text{für STATUS}(i,j) = 6 \end{cases}$$

D.h. für eine Produktgruppe, die sich in der Reifephase (z = 3) befindet, wird UN(3,j) als UE-Wert genommen.

Die jeweilige Lebensphase einer Produktgruppe leitet sich aus der Lebensphase der Vorperiode und der Uebergangswahrscheinlichkeit für den Wechsel zur nächsten Lebensphase entsprechend einer Markov-Kette[3] ab. Um wohldefinierte Lebensphasen für jede Produktgruppe zu erhalten[4], ist die Ermittlung des neuen Zustandes

---

1) Die Form des Störgliedes entspricht einer (μ, σ)-Normalverteilung, die gemäss der Umformung
$$x = \sigma \cdot u$$
aus SUN(z) und der (0,1)-normalverteilten Zufallsgrössen abgeleitet werden kann.

2) zz bedeutet eine zweistellige, gleichverteilte Zufallszahl für die die Integralgrenze u der Normalverteilung gesucht wird, die dieselbe Fläche oder Wahrscheinlichkeit wie zz darstellt: zz = 82 ⟶ G(u) = 0.82
Interpolation aus u-Verteilung ergibt u_{zz} = +0.9

3) vgl. Lesourne, J., a.a.O., S. 421ff.; Störmer, H., Semi-Markoff-Prozesse mit endlich vielen Zuständen, in: Economic Models Estimation and Risk Programming, Lecture Notes Bd. 34, Berlin - Heidelberg - New York 1970.

4) Die Zustandswerte (z) sind nur ganzzahlige Grössen, die Uebergangswahrscheinlichkeiten sind dagegen reelle Zahlen unter 1.0.

über das Ziehen einer gleichverteilten Zufallszahl zz durchzuführen:

$$(5)\quad STATUS(i,j) = \begin{cases} STATUS(i,j-1) = z & \text{für } zz > HUE(z+1) \\ STATUS(i,j-1)+1 = z+1 & \text{für } zz \leq HUE(z+1) \end{cases}$$

Liegt die Zufallszahl zz über der Uebergangswahrscheinlichkeit HUE(z+1), so gilt für die Produktgruppe dieselbe Lebensphase wie in der Vorperiode, ist zz kleiner als HUE, so tritt die Produktgruppe in die nächste Lebensphase über.

Zur Ermittlung dieser Uebergangswahrscheinlichkeiten[1] werden die relativen Uebergangshäufigkeiten der Produktgruppen in der Vergangenheit herangezogen[2].

---

1) vgl. Sachs, L., a.a.O., S. 26.

2) Aus der durchschnittlichen Verweildauer (Zahl der Vergangenheitsperioden) der Produktgruppen in den einzelnen Phasen des Lebenszyklus lässt sich eine relative Uebergangshäufigkeit für den Wechsel von einer Lebensphase zur nächsten ableiten. Als Schätzwert einer Ueb ergangswahrscheinlichkeit gestattet sie eine Wahrscheinlichkeitsaussage darüber, wo sich eine bestimmte Produktgruppe in der nächsten Planungsperiode befinden wird. Zur Simulation dieses Wechsels der Phasen wird eine Zufallszahl gezogen und mit der relativen Uebergangshäufigkeit verglichen, liegt er unter dem Uebergangswert, so gilt der Uebergang als in der Periode j vollzogen.
Zur Ermittlung der relativen Uebergangshäufigkeiten wird die Vergangenheitsentwicklung in den Perioden k = 1,...,M herangezogen:

LEBENSPHASE	Zahl der Produktgruppen in der Periode k → k+1	relative Häufigkeiten für Uebergang	Verharren
0 - Forschungsprojekt	$a_k \rightarrow a_{k+1}$	HUE (1)	1 - HUE (1)
I - Einführung	$b_k \rightarrow b_{k+1}$	HUE (2)	1 - HUE (2)
II - Wachstum	$c_k \rightarrow c_{k+1}$	HUE (3)	1 - HUE (3)
III - Reifephase	$d_k \rightarrow d_{k+1}$	HUE (4)	1 - HUE (4)
IV - Stagnation	$e_k \rightarrow e_{k+1}$	HUE (5)	1 - HUE (5)
V - Schrumpfung	$f_k \rightarrow f_{k+1}$	HUE (6)	1 - HUE (6)

Diese relativen Uebergangshäufigkeiten werden im Grundmodell für den gesamten Planungszeitraum als konstant angesehen. Entsprechend der allgemein festzustellenden Verkürzung der Lebenszyklen dürften diese Grössen jedoch auch einen leichten Trend aufweisen.

$$\text{mit}\quad HUE(z) = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^{M} (\alpha_{\ddot{u}k} / \alpha_k) \qquad \text{und } \alpha = a,b,\ldots,f$$

Die relative Uebergangswahrscheinlichkeit für Phase 1 HUE(1) entspricht der Erfolgswahrscheinlichkeit für Forschungsprojekte[1]. Die Zahl der neuen Prdouktgruppen kann jetzt näherungsweise durch das Produkt aus Uebergangswahrscheinlichkeit und Zahl der Forschungsprojekte in der Vorperiode[2] dargestellt werden:

$$(6) \quad NP(j) = \left[HUE(1) \cdot ZFP(j-1)\right]$$

Bei einer Erfolgswahrscheinlichkeit von 30% und 4 Forschungsprojekten würde sich in der Periode $NP(j) = [1,2] \rightarrow 1$ neue Produktgruppe ergeben.

Damit ergibt sich die Zahl der vom Unternehmen am Markt angebotenen Produktgruppen in der laufenden Periode zu

$$(7) \quad p(j) = p(j-1) + NP(j)$$

6.3.2.2. Korrektur der Umsatzerwartung durch den gesamtwirtschaftlichen Einfluss und die Branchenentwicklung

Die bis jetzt durchgeführte Berechnung einer Umsatzerwartung anhand der Lebensphasen der Produktgruppen berücksichtigt noch keine gesamtwirtschaftlichen Einflüsse, wie z.B. Konjunkturzyklen, sowie die Entwicklung der Marktvolumina in den verschiedenen Branchen[3]. So ist in gesamtwirtschaftlichen Rezessionsphasen sicher auch eine Verringerung der Normalumsätze vorzunehmen.

---

1) sie kann auch als Forschungsproduktivität interpretiert werden.

2) Erfolgreich beendete Projekte führen also erst in der folgenden Periode zu neuen Produktgruppen im Sortiment; denkbar wäre auch, für jedes F-Projekt eine Zufallszahl zu ziehen und sie mit dem HUE(1)-Wert zu vergleichen.

3) Im Grundmodell wird nur eine Branche berücksichtigt.

Der Einfluss dieser Umweltentwicklungen soll durch zwei multiplikative Korrekturgrössen berücksichtigt werden:

$$(8) \quad U(j) = \sum_{i=1}^{p(j)} UE(i,j) \cdot KGS(j) \cdot KBU(j)$$

Für den gesamtwirtschaftlichen Faktor KGS(j) und den Faktor KBU(j) der Branchenentwicklung gilt, dass sie nur in Ihrer Abweichung vom langfristigen Trend wirksam werden sollten, denn die trendmässigen Einflüsse sind bereits implizit in den Umsatznormalwerten der einzelnen Lebensphasen enthalten, die ja aus Vergangenheitswerten mit bestimmten konjunkturellen und branchenmässigen Entwicklungen errechnet werden.

Der Korrekturfaktor KGS wird durch die zufällige Abweichung (SLGO(j)·u) der benutzten volkswirtschaftlichen Leitgrösse vom langfristigen Trendwert LGO(j) bestimmt, d.h. als Verhältnis 'realer Wert/Trendwert'. Als mögliche Leitgrössen kämen das Bruttosozialprodukt[1], der private Verbrauch, das verfügbare Einkommen u.a. in Betracht. Für diese Grössen liegen im allgemeinen bereits langfristige Prognosen einschliesslich Schätzungen für die Streuung SLGO vor[2].

$$(9) \quad KGS(j) = \left(1 + \frac{SLGO(j) \cdot u}{LGO(j)}\right) \cdot KA$$

Für die Ermittlung des (0,1)-normalverteilten Zufallswertes u gilt wieder das für Gl·3 Gesagte.

KA ist als eine Art zusätzlicher Wirkfaktor eingeführt worden, der die Abhängigkeit des Unternehmensumsatzes von der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung wiedergibt. Er kann im Rahmen einer

---

1) BSP zu Marktpreisen (vgl. Schneider, E., Einführung in die Wirtschaftstheorie I, 6. Aufl., Tübingen 1956, S. 96).

2) Vgl. z.B. Schwietert, A., u.a., Westeuropa 1985, prognos report 3, Hg.: Prognos AG, Basel, 1969.

Sensibilitätsanalyse[1] variiert werden, als eine erste Näherung kann hiefür das Verhältnis der Steigungen der Leitgrösse und des Unternehmensumsatzes in der Vergangenheit benutzt werden.

Eine Begrenzung der zufälligen Schwankungen um den Trend der Leitgrösse wird für extreme, aufeinanderfolgende u-Werte erforderlich, da dadurch unrealistische, von Periode zu Periode aufeinanderfolgende Hochkonjunktur- und Rezessionsphasen simuliert würden[2]:

(10) Falls $u(j-1) > \pm 2$ und $u(j) < \mp 2$ → Wahl neuer Zufallszahl für u(j)

Der Korrekturfaktor aus der Entwicklung des Branchen-Marktvolumens lässt sich in gleicher Weise als Abweichung vom Trend des Marktvolumens multipliziert mit einem Wirkfaktor KB darstellen:

$$(11) \quad KBU(j) = \left(1 + \frac{UBU(j)}{BU(j)-UBU(j)}\right) \cdot KB$$

Als erster Näherungswert des Wirkfaktors KB könnte wieder das Verhältnis der durchschnittlichen jährlichen Wachstumsraten des Unternehmensumsatzes und des Marktvolumens herangezogen werden[3].

Für die Entwicklung des wertmässigen Marktvolumens BU(j) der Branche, in der das Unternehmen tätig ist, wird eine lineare,

---

1) Untersuchung der Veränderung der Ergebnisse bei Veränderung bestimmter Parameter.

2) mit $u < \pm 2$ in Gl. 10 würde der 2σ-Bereich, d.h. 96% aller Fälle, noch innerhalb der tolerierten Grenzen liegen.

3) Die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate des Branchenvolumens in M Perioden würde sich z.B. ergeben zu

$$WR_B = (BU(M)BU(O))^{1/M}$$

mehrdimensionale Regressionsfunktion verwendet[1], die im Anwendungsfall den Gegebenheiten anzupassen ist[2]. Für zwei Leitgrössen würde die Funktion lauten:

(12) $BU(j) = BUO + BU1 \cdot LG1(j) + BU2 \cdot LG2(j) + UBU(j)$

Als Leitgrössen kämen dabei in Betracht:

Privates Einkommen
Zahl der Haushalte
Sektorale Wertschöpfungen u.a.[3]

Diese Leitgrössen müssen entweder für jede Periode des Planungszeitraumes explizit vorgegeben sein oder auf Grund der angegegebenen funktionalen Beziehung

(13) $LG1(j) = f(j)$

(14) $LG2(j) = g(j)$

berechnet werden können[4].

---

1) Vgl. Horowitz, J., a.a.O., S. 47 ff.; Lesourne, J., a.a.O., S. 220 ff., dort wird ebenfalls ein linearer Ansatz gemacht.

2) Matt macht zur 'automatischen' Auswahl geeigneter Leitgrössen über die Eliminierung der zugehörigen Koeffizienten einen Vorschlag: Matt, G., Bestimmung statistisch gesicherter Koeffizienten bei der exponentiellen Ausgleichung, in: Unternehmensforschung, Bd. 10, Heft 1, Würzburg 1966, S. 22 ff.; der im folgenden unterstellte zweidimensionale Ansatz genügt zunächst für das Grundmodell.

3) Vgl. die Definitionen und Abgrenzungen in: Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland, Hg.: Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.

4) Im Grundmodell wird aus Gründen der grösseren Variierbarkeit der expliziten Eingabe der Leitgrössen-Werte der Vorzug gegeb en.

Die Ermittlung der Störvariablen UBU(j) erfolgt entsprechend der Vertrauensintervallschätzung bei multipler Regression[1]:

$$(15)\quad UBU(j) = t^{(M-3)} \cdot SBU \left[\frac{M}{M-2} \left(\frac{1}{M} + C11 \cdot (LG1(j) - LG1D)^2 + \right.\right.$$
$$+ C12 \cdot (LG1(j)-LG1D) \cdot (LG2(j)-LG2D) +$$
$$+ C21 \cdot (LG2(j)-LG2D) \cdot (LG1(j)-LG1D) +$$
$$\left.\left. + C22 \cdot (LG2(j)-LG2D)^2 \right) \right]^{1/2}$$

Diese Berechnung hat den Vorteil, dass die Abweichung UBU(j) vom Trend umso grösser werden kann, je weiter der Prognosewert in der Zukunft liegt. Damit wird die mit steigender Entfernung vom Vergangenheitszeitraum der Regressionsanalyse wachsende Unsicherheit der Prognose simuliert.

Die Berechnung der Koeffizienten $C_{i,j}$ erfolgt entsprechend dem allgemeinen Verfahren im Anhang. Der Funktionswert $t^{(M-3)}$ wird durch Transformation einer gleichverteilten Zufallszahl zz über die Verteilungsfunktion der Studentverteilung[2] gewonnen:

---

1) Die Vertrauensintervallschätzung (Gl.15) gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit t ein tatsächlicher BU-Wert in den Bereich (BU $\pm$ UBU) um den prognostizierten BU-Trendwert fällt. In der obigen Rechnung wird der Rechengang umgekehrt und das über eine Zufallszahl ermittelte Vertrauensintervall als tatsächliche Abweichung des realen Wertes vom Trend simuliert. (Vgl. Heinhold, J., Gaede, K.-H., a.a.O., S. 259 f.)

2) Die Studentverteilung hat gegenüber der Zahl M der Vergangenheitswerte einen um 3 verringerten Freiheitsgrad. Für die Rechnung im Grundmodell soll die t-Verteilung unter der Voraussetzung eines genügend grossen M durch eine 0,1-Normalverteilung ersetzt werden, da für $n \to \infty$ die t-Verteilung in die Normalverteilung übergeht; dadurch entsteht ein Fehler, der sich im etwas häufigeren Auftreten der Werte um 0 bemerkbar macht (vgl. Sachs, L., a.a.O., S. 139).

$$(16) \quad zz = \int_{-\infty}^{t(M-3)} g_{(M-3)}(u) \cdot du$$

Um nicht eine etwas unrealistische Entwicklung wie einen relativ starken Anstieg des Marktvolumens über den Trend hinaus bei gleichzeitigem Rückgang der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung zu simulieren, soll für diesen Fall eine erneute Ermittlung des t-Wertes erfolgen[1]:

(17) Falls $t^{(M-3)} > + 1.5$ und $u(j) < -1.5$, ist ein neuer t-Wert zu berechnen.

Falls das Marktvolumen der Branche jedoch nicht, wie oben unterstellt, wert- sondern mengenmässig ermittelt wird, ist unter Verwendung obiger Gleichungen für das mengenmässige Marktvolumen noch die Errechnung des Branchendurchschnittspreises BDP[2] und eine angepasste Berechnung des Korrekturfaktors KBU durchzuführen.

Für die Entwicklung des Durchschnittspreises wird zunächst nur ein linearer Ansatz gemacht:

$$(18) \quad BDP(j) = BDOP + BDP1 \cdot j + SBDP \cdot u$$

Für die KBU-Bestimmung ist jetzt noch eine Umbenennung vorzunehmen:

---

1) Mit t= + 1.5 und einem M > 10 dürfte eine Ueberschreitung dieser Grenze nur in ca. 15% aller Fälle eintreten (vgl. die t-Verteilungstafel bei Sachs, L., a.a.O., S. 140).

2) Lassen sich die Branchendurchschnittspreise bei unstetiger Entwicklung nicht aus der Vergangenheit ableiten, so ist eine direkte Eingabe der BDP(j)-Werte vorzuziehen. Ansonsten können die Koeffizienten nach Prüfung auf Linearität oder entsprechender Linearisierung nach der Methode der kleinsten Quadrate errechnet werden (vgl. Anhang, S. 2).

(19) $BUM(j) = BU(j)$

(20) $UBUM(j) = BUB(j)$

Dementsprechend errechnet sich jetzt der KBU-Wert zu

(21) $$KBU(j) = \left(\frac{BUM(j) \cdot BDP(j)}{(BUM(j)-UBUM(j)) \cdot (BDPO + BDP1 \cdot j)}\right) \cdot KB$$

6.3.2.3. Berücksichtigung des Forschungs- und Entwicklungsaufwandes

Die F.& E-Aufwendungen, die hier nach Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen getrennt werden, erlauben eine den jeweiligen Aufwendungen je Projekt entsprechende Zahl von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben. Forschungsaufwendungen werden dabei - in etwas willkürlicher Festlegung - für Projekte vorgesehen, die zu neuen, vorher noch nicht produzierten Produktgruppen führen, während die Entwicklungsaufwendungen für Verbesserungsvorhaben bereits im Sortiment enthaltener Produkte eingesetzt werden.

Diese Unterscheidung ist hinsichtlich der Auswirkung auf das Produktprogramm erforderlich: Forschungsausgaben führen gegebenenfalls zu neuen Produktgruppen, Entwicklungsausgaben dagegen zu einem Rücksprung in dem Lebenszyklus einer bereits vorhandenen Produktgruppe falls das Entwicklungsprojekt erfolgreich war (Rücksprung aus der Stagnation oder Schrumpfung in eine neue Wachstums- oder Reifephase[1]).

Wird jetzt näherungsweise unterstellt, dass alle Forschungsprojekte unabhängig von ihrem Erfolg je Planungsperiode etwa

---

1) Falls ein Entwicklungsprojekt in der Realität zu einer neuen Produktgruppe führen sollte, so sind die dafür getätigten Ausgaben als Forschungsausgaben anzusehen.

gleichviel Aufwand erfordern[1], so ergibt sich die Zahl der budgetmässig möglichen Forschungsprojekte ZFP(j) aus dem Quotienten aus wirksamen Forschungaufwendungen[2] und durchschnittlich erforderlichen Aufwendungen je Projekt und Periode, abgerundet auf den nächst kleineren ganzzahligen Wert:

$$(22) \quad ZFP(j) = \left[FAW(j)/DFA(j)\right]$$

Für die durchschnittlichen jährlichen Aufwendungen je Forschungsprojekt wird zunächst nur ein linearer Trend ohne Berücksichtigung zufälliger Abweichungen angenommen[3]:

$$(23) \quad DFA(j) = DFA0 + DFA1 \cdot j$$

Der Anstieg der Aufwendungen je Projekt wird mindestens der jährlichen Preissteigerungsrate entsprechen, im allgemeinen jedoch, durch steigenden technischen Aufwand bedingt, stärker steigen. Ankäufe von Patenten sind in diesem Zusammenhang ebenfalls unter die Forschungsausgaben zu zählen, sofern sie zu neuen Produktgruppen führen; bei der Bildung der DFA(j)-Werte sind sie ihrem Anteil gemäss zu berücksichtigen.

---

1) Das setzt voraus, dass die Grösse der einzelnen Forschungsprojekte nicht zu stark schwankt; die etwas niedrigeren Ausgaben für Projekte im Anfangsstadium bei einer grösseren Zahl von Projekten, die durch die ausgeschiedenen Vorhaben zum Ende hin reduziert wird, gleichen sich etwas aus mit den höheren Projektkosten für Projekte kurz vor dem erfolgreichen Abschluss (vgl. den Lebenszyklus für Forschungsaufwendungen bei Brockhoff, K., Forschungsplanung im Unternehmen, Wiesbaden 1969, S. 97 ff.). Die Annahme durchschnittlich gleicher Projektkosten stellt sicherlich eine Vereinfachung dar, die in einer Modellerweiterung verbessert werden sollte.

2) Vgl. Gl. 24.

3) Zur Berechnung der Koeffizienten nach der Methode der kleinsten Quadrate vgl. Anhang S. 2; angesichts der relativ groben Mittelwertbildung wurde auf die Berücksichtigung einer Störgrösse verzichtet.

Der wirksame Einsatz der beabsichtigten Forschungsaufwendungen hängt von der Kapazität der Forschungsabteilung ab, die in etwa an den Ausgaben der Vorperiode zu messen ist. Sollen in der laufenden Planungsperiode die Forschungsaufwendungen zu stark steigen[1], so steigt die Zahl der Projekte nicht linear, sondern ein Teil der Aufwendungen wird durch stärkere Reibungsverluste infolge der Inflexibilität und Ueberlastung der Forschungsabteilung verbraucht[2]. Ein Mass für diese Reibungsverluste stellt der in Gl. 24 eingeführte Exponent α dar: je kleiner α wird, desto höhere Reibungsverluste repräsentiert er, desto kleiner wird der Anteil wirksamer Forschungsaufwendungen an dem Betrag, der über die FA(j-1) der Vorperiode hinausgeht[3].

Ebenso ist bei einer Reduktion des Forschungsaufwandes über ein F2-Faches (analog dem F1-Wert bei Erhöhung) hinaus mit einem noch stärkeren Rückgang der wirksamen Forschungsaufwendungen zu rechnen, da dann Leistungsminderungen durch Unterbeschäftigung entstehen. Inwieweit sich dadurch die wirksamen Forschungsaufwendungen gegenüber den getätigten Aufwendungen reduzieren, wird durch den Exponenten β ausgedrückt.

Diese Umrechnung der budgetmässigen Forschungsaufwendungen in die wirksamen Aufwendungen wird nach Gl. 24 vorgenommen:

---

1) Da in der Praxis eine Kapazitätserweiterung um 15 % und eine Verringerung um 5 % als Grenzwerte angesehen werden, lauten die Grenzwerte F1 = 1.15 und F2 = 0.95.

2) Vgl. zur Grenzproduktivität der F. & E-Abteilung: Kieser, A., a.a.O., S. 89 ff.

3) Z.B. würde α = 0.5 bedeuten, dass über das Budget der Vorperiode hinausgehende Forschungsaufwendungen nur mit dem Wert der Wurzel als wirksame Aufwendung bemerkbar würden.

$$(24)\quad FAW(j)=\begin{cases} FA(j) & \text{für } \frac{FA(j)}{FA(j-1)} \leq F1 \text{ oder } \geq F2 \\ FA(j-1)+(FA(j)-FA(j-1))^{\alpha} & \text{für } \frac{FA(j)}{FA(j-1)} > F1 \\ FA(j)-(FA(j-1)-FA(j)^{\beta} & \text{für } \frac{FA(j)}{FA(j-1)} < F2 \end{cases}$$

Die Zahl der neu zu beginnenden Forschungsprojekte in Periode j ergibt sich als Differenz der möglichen Projekte ZFP(j) zu den Projekten der Vorperiode ZFP(j-1) plus der Zahl der ausgeschiedenen Projekte ZFPA(j) und der marktreif gewordenen Projekte NP(j):

$$(25)\quad ZFPN(j) = ZFP(j)-ZFP(j-1) + ZFPA(j) + NP(j)$$

Die Zahl der ausgeschiedenen, erfolglosen Projekte ergibt sich mit der relativen Häufigkeit für das Auftreten erfolgloser Projekte zu[1]:

$$(26)\quad ZFPA(j) = \left[HOA \cdot ZFP(j-1)\right]$$

Eine Korrektur der ausscheidenden Forschungsprojekte ist erforderlich, falls die Forschungsaufwendungen so niedrig sind, dass sich rechnerisch eine negative Zahl neuer Projekte ergeben würden. In diesem Fall sind die in Periode j laufenden Projekte zwangsläufig zu reduzieren:

$$(27)\quad \text{Falls } ZFPN(j) < 0 \text{ dann } ZFPA(j) = ZFP(j-1)-ZFP(j-NP(j)$$

Für die Entwicklungsprojekte, d.h. die Entwicklungsaufwendungen, erfolgt ein entsprechender Ansatz wie bei den Forschungsaufwendungen. Da im vorliegenden Beispiel der Entwicklungssektor den kleineren Teil des F & E-Budgets beansprucht, soll allerdings

---

1) Die relative Häufigkeit erfolgloser Projekte kann mit dem arithmetischen Mittelwert der Vergangenheitsperioden geschätzt werden; eine Addition mit HUE(1) würde allerdings noch nicht 1 ergeben, falls auch Forschungsprojekte über mehrere Perioden laufen können.

auf eine Unterscheidung von budgetierten und wirksamen Entwicklungsaufwendungen verzichtet werden[1]:

(28) $E(j) = EA(j)/DEA(j)$

(29) $DEA(j) = DEA0 + DEA1 \cdot j$

Etwas komplizierter ist die Zahl der in einer Periode j neu durchführbaren Entwicklungsprojekte zu ermitteln, denn es sind die verschiedenen möglichen Ergebnisse der Entwicklungsarbeit zu berücksichtigen: So kann ein erfolgreiches Entwicklungsprojekt einen Rücksprung der betreffenden Produktgruppe in eine neue Wachstumsphase oder Reifephase bewirken, ausserdem kann ein Projekt erfolglos sein oder länger als eine Periode dauern.

(30) $ENEU(j) = E(j) - E(j-1) + E1(j) + E2(j) + E3(j)$

Nach Gl. 30 errechnet sich die Zahl der neuen Entwicklungsprojekte aus der Zahl der möglichen Projekte E(j) in der Periode minus der Zahl der Projekte in der Vorperiode plus der Zahl erfolglos beendeter Entwicklungsprojekte E1(j) und der Zahl erfolgreicher Entwicklungen, die entweder zu einer neuen Wachstumsphase für die alte Produktgruppe führten (E2(j)) oder zu einer neuen Reifephase (E3(j))[2].

Für diese neuen Projekte sind nun entsprechende Produktgruppen des Sortiments herauszusuchen und als Produktgruppe mit Ent-

---

1) Zur Berechnung der Koeffizienten in Gl. 29 sei auf die Methode der kleinsten Quadrate im Anhang verwiesen.

2) Für Produktgruppen, die durch erfolgreiche Entwicklungsarbeit wieder in eine Wachstumsphase treten, wäre realistischerweise ein Umsatzwachstum auf dem erhöhten Niveau anzunehmen, das die Produktgruppe vor Einführung der Verbesserung hatte. Für das Grundmodell soll vereinfachend von einem ganz neuen Umsatzwachstum ausgegangen werden.

wicklungsprojekt zu markieren[1]: Dazu wird beginnend mit den Produktgruppen der Schrumpfungsphase (z = 5) eine entsprechende Anzahl von Produktgruppen ausgesucht und mit einem um 4 erhöhten STATUS versehen: STATUS(i,j) = z + 4; für die Phase 5 ergibt sich z = 9. Sollten für alle Produktgruppen der Phase 5 Entwicklungsprojekte vorgesehen sein, aber noch weitere durchgeführt werden können, so wird diese Benennung und Markierung für die Produktgruppen der Phase 4 wiederholt. Verbleiben dann noch mögliche Entwicklungsprojekte, so wird die ihnen entsprechende Summe den Forschungsaufwendungen zugeschlagen, denn für Produktgruppen der Reife- oder Wachstumsphasen sind kaum Entwicklungsprojekte nötig.

Für die in der Periode erfolglos oder erfolgreich beendeten Entwicklungsprojekte sind die entsprechenden Produktgruppen zu ermitteln. Dazu werden E(j-1)-Zufallszahlen gezogen und für jede Produktgruppe an einer Zahl geprüft, welche der vier Auswahlbedingungen (Gl. 31, 32, 33, 34) erfüllt ist. Entsprechend der ermittelten Auswahlbedingung wird der STATUS(i,j) der Produktgruppe verändert, für die das Entwicklungsprojekt lief:

(31) $zz < HE1 \longrightarrow$ erfolgloses Entwicklungsprojekt:
$STATUS_{neu}(i,j) = STATUS_{alt}(i,j) - 4$

(32) $HE1 < zz < HE1+HE2 \longrightarrow$ erfolgreiches Entwicklungsprojekt, neue Wachstumsphase:
$STATUS_{neu}(i,j) = 2$

(33) $HE1+HE2 < zz < HE1+HE2+HE3 \longrightarrow$ erfolgreiches Entwicklungsprojekt mit neuer Reifephase:
$STATUS_{neu}(i,j) = 3$

(34) $HE1+HE2+HE3 < zz \longrightarrow$ noch nicht beendetes Entwicklungsprojekt

---

1) Es erscheint realistisch, neue Entwicklungsprojekte vor allem bei den 'alten' Produktgruppen anzusetzen.

Diese Auswahlbedingungen ergeben sich aus der Ueberlegung, dass jedes Projekt mit einer relativen Häufigkeit entweder erfolglos abgebrochen wird (HE1), erfolgreich mit neuer Wachstumsphase (HE2) oder mit neuer Reifephase (HE3) beendet oder weitergeführt wird (1-HE1-HE2-HE3). Für diese relativen Häufigkeiten sind Erfahrungswerte einzusetzen[1].

6.3.2.4. Einfluss durch Preisgestaltung, Werbung, Distribution und Produktqualität

Die Einflüsse auf die Unternehmensumsätze durch Preisgestaltung, Werbung, Distribution und Produktqualität werden für jede Produktgruppe getrennt berücksichtigt.

Für die Wirkung dieses absatzpolitischen Instrumentariums[2] kann davon ausgegangen werden, dass nur dann eine Wirkung zu verzeichnen sein wird, wenn das Unternehmen sich dadurch vom Verhalten der Konkurrenz unterscheidet[3]. Da eine Berücksichtigung jedes einzelnen Konkurrenzunternehmens im Grundmodell zu umfangreich und von den Daten her nur schwer zu realisieren wäre, werden als 'Ersatz' die Zahlen für die gesamte Branche genommen.

---

1) Ein möglicher Schätzwert ist auch der arithmetische Mittelwert der Vergangenheitserfolge von Entwicklungsprojekten:

$$HE1 = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^{M} (E1(k)/E(k-1)) \qquad HE2 = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^{M} (E2(k)/E(k-1))$$

$$HE3 = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^{M} (E3(k)/E(k-1))$$

2) Vgl. Gutenberg, E., Einführung in die Betriebswirtschaftslehre Bd. II, a.a.O., Teil 2.

3) Vgl. Cordes, H., Unternehmensforschung und Absatzplanung, Wiesbaden 1968, S. 40 f.; Robinson, P.J., Faris, C.W., Industrial Buying and Creative Marketing, Hg.: Marketing Science Institute, Boston 1967, S. 170 f.

Preisgestaltung, Werbeaufwendungen, Distributionsaufwendungen und Produktqualität werden daher nur dann als wirksam für eine Veränderung des Mengenabsatzes der Unternehmung angenommen, wenn ihr aktueller Wert von dem der relativen Trendentwicklung des Unternehmens, bezogen auf die Entwicklung der Branchenwerte, abweicht[1) 2)].

Zur Darstellung der Auswirkung von P-A-D-Q-Massnahmen[3)] auf den Unternehmensumsatz wird für jede Produktgruppe ein Korrekturfaktor gebildet:

(35) $KPAD(i,j) = (MK(i,j)^{+} \cdot DP(i,j)/UE(i,j) \cdot \exp(KPADO)$

Dabei bedeutet $MK(i,j)^{+}$ die sich neu ergebende Absatzmenge zum Durchschnittspreis DP(i,j). UE(i,j) entspricht dem oben errechneten Umsatzerwartungswert, korrigiert um Brancheneinwirkung und gesamtwirtschaftlichen Einfluss. Der Exponent KPADO ist als zusätzlicher Faktor vorgesehen, der einmal benutzt werden kann, um Veränderungen im Planungszeitraum gegenüber der Vergangenheit im Beziehungszusammenhang auszudrücken, und zum anderen für die Sensitivitätsuntersuchung verwendbar ist.

---

1) Die Wirkung der trendmässigen Entwicklung dieser Grössen schlägt sich bereits in den Umsatzwerten der Lebensphasen nieder, die aus Vergangenheitswerten errechnet wurden.

2) Eine Rückkoppelung zwischen Werbung und Absatzsteigerung, wie sie durch steigenden Absatz auf die Werbewirkung möglich ist (vgl. Quandt, R.E., Estimating the Effectiveness of Advertising - Some Pitfalls in Econometric Methods, in: JMR Vol. 1 (1964), No. 2, S. 60) wird im Grundmodell nicht berücksichtigt, zumal die Ergebnisse nach Quandt noch nicht befriedigend waren.

3) P - Preis, A - Werbeaufwand (advertising), D - Distributionsaufwendungen (distribution) und Q - Produktqualität.

Die Wirkung der P-A-D-Q-Strategien auf den Unternehmensabsatz wird entsprechend anderen Untersuchungen[1] als multiplikative Verknüpfung der exponentiell gewichteten Einflussfaktoren vorgenommen[2]:

$$(36)\quad DMAT(i,j)/MAT(i,j) = (DRPT(i,j)/RPT(i,j))^{A1} \cdot (DRAT(i,j)/RAT(i,j))^{A2} \cdot (DRDT(i,j)/RDT(i,j))^{A3} \cdot (DRQT(i,j)/RQT(i,j))^{A4}$$

Für die Entwicklung der Verhältnisse von Preis, Werbeaufwand, Distributionsaufwand und Produktqualität[3] beim Unternehmen und der Branche wird ein linearer Trend ohne Berücksichtigung zufälliger Einflüsse angenommen[4]:

---

1) In der Literatur wird allgemein die Beziehung

$$y = a \cdot P^{\alpha} \cdot A^{\beta} \cdot D^{\gamma} \cdot P_B^{\alpha_1} \cdot A_B^{\beta_1} \cdot D_B^{\gamma_1}$$

(mit dem Index B sind die entsprechenden Werte der Branche bezeichnet) als die der realen Abhängigkeit am ehesten adäquate Beziehung angesehen: vgl. Kotler, P., Competitive Strategies for New Product Marketing over the Life Cycle, in: M.S. Vol. 12(1965), No. 4, S. 105 ff.; Montgomery, D.B., Urban, G.L., Management Science in Marketing, Englewood Cliffs 1969, S. 31 ff.; Bass, F.M., A Simultaneous Equation Regression Study of Advertising and Sales of Cigarettes, in: JMR, Vol. 6 (1969), No. 3, S. 293 ff.; Weiss, D.L., Determinants of Market Share, in: JMR, Vol. 5 (1968), No. 3, S. 293; Urban, G.L., A Mathematical Modeling Approach to Product Line Decisions, in: JMR, Vol. 6 (1969), No. 1, S. 41 ff.

2) RPT,RAT, RDT, RQT bedeuten die relativen Trendworte für P,A,D,Q: z.B. RPT(i,j) = DP(i,j)/BDP(j) wobei jedoch nicht die aktuellen Werte, sondern die Trendwerte der Regressionsgeraden einzusetzen sind; DRPT(i,j) ergibt sich entsprechend aus den aktuellen Werten.

3) Die Quantifizierung kann als Prozentwert der vom Produkt des Unternehmens erreichten Branchenqualität erfolgen.

4) Die Berechnung des Koeffizienten kann aus Vergangenheitswerten nach der Methode der kleinsten Quadrate erfolgen (s.Anhang S. 2).

(37) RPT(i,j) = RPTO(i) + RPT1(i)·j

(38) RAT(i,j) = RATO(i) + RAT1(i)·j

(39) RDT(i,j) = RDTO(i) + RDT1(i)·j

(40) RQT(i,j) = RQTO(i) + RQT1(i)·j

Die aktuellen Werte der absatzpolitischen Grössen errechnen sich zu[1]:

(41) DRPT(i,j) = DP(i,j)/BDP(j)

(42) DRAT(i,j) = A (i,j)/AB(j)

(43) DRDT(i,j) = D (i,j)/DB(j)

(44) DRQT(i,j) = RQ(i,j)

Für den Trend der Marktanteilsentwicklung jeder Produktgruppe i von dem durch den Einsatz des absatzpolitischen Instrumentariums abgewichen werden kann, wird ein quadratischer Regressionsansatz vorgesehen. Ein linearer Ansatz genügt hierfür nicht immer, da auch Abflachungen der Marktanteilsentwicklung nachgeahmt werden müssen und die Bedeutung des Marktanteils für die Höhe des Absatzes eine genauere Wiedergabe des Trends erforderlich

---

1) Die Distributionsaufwendungen werden im vorliegenden Fall auf die Produktionseinheit bezogen, sie entsprechen den direkten Vertriebskosten DVTKS(i,j) im Abschnitt 6.3.2.5.; die Werbeaufwendungen werden als absoluter Wert eingesetzt; Zur Abgrenzung der Distributionsaufwendungen vgl. Plüss, E., Absatzplanung und ihre Stellung innerhalb der Unternehmungsplanung, Diss. St. Gallen 1966, S. 129 ff.; John, E., Rechenauer, O.S., a.a.O., S. 22 f.

macht[1]:

$$(45)\quad MAT(i,j) = MAT0(i) + MAT1(i)\cdot j + MAT2(i)\cdot j^2$$

Die unter dem Einfluss der aktuellen Werte der absatzpolitischen Mittel zu erwartende Absatzmenge $MK(i,j)^+$ ergibt sich damit zu

$$(46)\quad MK(i,j)^+ = \left(\frac{DMAT(i,j)}{MAT(i,j)}\right).MAT(i,j).BUM(j)$$

Die in Gl. 36 benutzten Exponenten A1, A2, A3, A4 sind als Schätzwerte aus der Entwicklung in der Vergangenheit zu bestimmen[2], Hinweise über die Grössenordnung dieser Exponenten sind zum Teil aus der Literatur zu erhalten[3].

---

1) Die Ermittlung der Koeffizienten aus der Vergangenheitsentwicklung kann mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate erfolgen; es gelten folgende Normalgleichungen (vgl. Sachs, L., a.a.O., S. 433):

$$M.MAT0(i) + \sum_{k=1}^{M} k\ .MAT1(i) + \sum_{k=1}^{M} k^2.MAT2(i) = \sum_{k=1}^{M} MAT(i,k)$$

$$\sum_{k=1}^{M} k.MAT0(i) + \sum_{k=1}^{M} k^2.MAT1(i) + \sum_{k=1}^{M} k^3.MAT2(i) = \sum_{k=1}^{M} MAT(i,k).k$$

$$\sum_{k=1}^{M} k^2.MAT0(i) + \sum_{k=1}^{M} k^3.MAT1(i) + \sum_{k=1}^{M} k^4.MAT2(i) = \sum_{k=1}^{M} MAT(i,k).k^2$$

2) Diese Exponenten sollen für alle Produktgruppen einheitlich gelten. Dies ist als Näherungslösung anzusehen, da abgesehen von der Uebertragung einer Vergangenheitsentwicklung auf die zukünftigen Planungsperioden bei einer Abweichung vom Trend wie er in Gl. 36 zugrundegelegt wird, keineswegs dieselben Verhältnisse gelten müssen. Die Errechnung der Koeffizienten nach dem Maximum-Likelihood-Verfahren aus Vergangenheitswerten wurde im Anhang dargestellt. Als Regressionsansatz dient dabei

$$y = \ln(MAT(k)) = A0 + A1\cdot\ln(RPT(k)) + A2\cdot\ln(RAT(k)) + A3\cdot\ln(RDT(k)) + A4\cdot\ln(RQT(k))$$

mit k als Zähl-Variable der Vergangenheitsperioden.

3) Vgl. Kotler, P., a.a.O., S. 105 f.

Die Beziehungsgleichung (36) berücksichtigt noch nicht die mögliche gegenseitige Beeinflussung von Absatzstrategien der verschiedenen Produktgruppen. Eine Aufnahme derartiger Einflüsse unter Verwendung des Ansatzes von Montgomery[1] könnte zwar aufschlussreiche Ergebnisse bringen, da jedoch im vorliegenden Beispiel die erforderlichen Daten nicht verfügbar sind, muss darauf verzichtet werden. Für Werbeaufwendungen besteht zudem das Problem ihrer meist zeitlich verzögerten Wirksamkeit: Ein Einsatz von Werbemitteln aufgrund entsprechender Strategien führt erst nach einer Zeitspanne Δt zu einer Erhöhung des Absatzes beim 'beworbenen' Produkt, nach Beendigung der Werbung klingen die Werbewirkungen in Gestalt erhöhten Absatzes erst nach einer gewissen Zeit ab.[2] Die Schwierigkeiten, diese Beziehungen aus Vergangenheitsdaten zu ermitteln, und das Fehlen praktikabler, allgemeingültiger Ansätze für die langfristige Planung gebieten, im Rahmen des Grundmodells auf diese Verfeinerung noch zu verzichten.

Da Veränderungen der P-A-D-Q-Werte im Rahmen bestimmter Strategien erst dann wirksam werden, wenn sie vom Abnehmer als dem Ziel dieser Bemühungen registriert werden, können nur dann Auswirkungen auf den Absatz erwartet werden, wenn die jeweilige Veränderung eine bestimmte Reizschwelle überschreitet[3]. Es muss daher gefordert werden:

---

1) Vgl. Montgomery, D.B., Urban, G.L., a.a.O., S. 186 ff.; vgl. auch Butt, R.V., Sales Effort and Marketing Strategy, Hg.: American Management Association, 1969, S. 105.

2) Vgl. Jaensch, G., Korndörfer, W., Ansätze zur Theorie des optimalen Werbebudgets, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, Wiesbaden 1967, 37. Jg., Heft 7, S. 455 ff; Bleicher, K., Unternehmungsspiele, Baden-Baden 1962, S. 127.

3) Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre Bd. II, a.a.O., S. 284 f.; Osborne, M.F.M., Periodic structure in the Brownian Motion of Stock Prices, in: O.R., Vol. 10 (1962), No. 3, S. 345 f.

(47) DRPT(i,j) > K1

(48) DRAT(i,j) > K2

(49) DRDT(i,j) > K3

(50) DRQT(i,j) > K4

Die Höhe dieser Reizschwellen muss aufgrund der Erfahrungen im Unternehmen geschätzt werden. Eine Trennung nach Produktgruppen erfolgt zunächst nicht[1].

Werbe- und Distributionsaufwendungen führen noch nicht zwangsläufig zu Absatzsteigerungen[2], sondern ihre Wirkung ist vom Erfolg der Werbung und Distribution abhängig. Da für die Darstellung und Messung des Werbe- und Distributionserfolges in der Literatur keine anerkannten Verfahren zu finden sind[3], werden im Grundmodell Schätzwerte für den relativen Werbe- und den relativen Distributionserfolg (WEV(j) u. KDE(j) eingeführt. Relativ bezieht sich wiederum auf die Situation bei den Konkurrenten, d.h. auf den Branchendurchschnitt. Diese beiden Faktoren werden jeweils mit den Faktoren A2 bzw. A3 multiplikativ verknüpft.

6.3.2.5. Umsatz-Kosten-Beziehungen

Um das zweite Unternehmensziel, den Unternehmensgewinn, zu ermitteln, müssen die Umsätze den zu erwartenden Kosten gegenübergestellt werden.

---

1) Erst in einem erweiterten Modell sollten auch die unterschiedlichen Reizschwellen bei den Produktgruppen, z.B. bei Gruppen mit hohen Durchschnittspreisen, berücksichtigt werden.

2) Vgl. Cordes, H., Unternehmensforschung und Absatzplanung, Wiesbaden 1968, S. 7.

3) Vgl. Gerth, E., Die Probleme der Erfolgskontrolle der Werbung für Konsumgüter in absatzpolitischer Sicht, in: ZfbF, N.F., 20. Jg. (1968), S. 275 ff.; Bird, M., Intentions-to-buy and Claimed Brand Usage, in: O.R.Q., Vol. 17 (1966), No. 1, S. 28 ff.; Wheatley,J.J., (Hg.), Measuring Advertising Effectiveness, Homewood Illinois 1969; Rosenhead, J.V., Experimental Simulation of a Social System, in: O.R.O.,Vol.19 (1968), No. 3, S. 296 f.

Die Zuordnung der Kosten erfolgt gemäss der Deckungsbeitragsrechnung[1]. Dabei wird jedoch zunächst nur zwischen Kosten, die direkt der Produktionseinheit einer Produktgruppe zuzurechnen sind und nichtzurechenbaren Kosten unterschieden. Bei entsprechendem Datenmaterial könnten noch Kosten unterschieden werden, die den einzelnen Produktgruppen zuzurechnen sind.

Der Deckungsbeitrag DBl(i,j) ergibt sich demzufolge aus dem korrigierten Umsatzerwartungswert aus Gl. 8, d.h. nach Berücksichtigung der o.a. Korrekturfaktoren, minus den variablen Stückkosten multipliziert mit der abgesetzten Menge MK(i,j):

$$(51)\quad DBl(i,j) = UEK(i,j) - MK(i,j)\cdot(MKS(i,j) + FLS(i,j) + SFKS(i,j) + DVKS(i,j))$$

An direkt zurechenbaren Kosten je Einheit[2] werden unterschieden:

MKS(i,j) - Materialkosten[3] je Einheit

FLS(i,j) - Fertigungslöhne[4] je Einheit

SFKS (i,j) - Sonstige direkt zurechenbare Fertigungskosten[5] je Einheit

DVKS (i,j) - Direkt der Produktionseinheit zurechenbare Verkaufskosten[6].

---

1) Vgl. Löffelholz, J., a.a.O., S. 758; Ulrich, H., Hill, W., Brevier des Rechnungswesens, Schriftenreihe 'Praktische Betriebswirtschaft' des Instituts für Betriebswirtschaft an der Hochschule St. Gallen, Bern - Köln - Opladen 1964, S. 75.

2) Die Errechnung der direkten Kosten erfolgt zum Gegenwartswert, der als Durchschnittswert einer Planungsperiode den Verrechnungspreisen der Betriebsabrechnung entspricht (vgl. Ulrich, H., Hill, W., a.a.O., S. 66).

3) Vgl. Ulrich, H., Hill, W., a.a.O., S. 37.

4) Vgl. ebd., S. 36.

5) Vgl. den Begriff 'Sonder-Einzelkosten': ebd., S. 43.

6) Vgl. ebd., S. 41 f.

Die Materialkosten MKS(i,j) ergeben sich als Summe der verschiedenen zu verarbeitenden Materialmengen je Einheit MM(i,l) multipliziert mit dem entsprechenden Materialpreis MP(j,l)[1]:

$$(52) \quad MKS(i,j) = \sum_{l=1}^{LIl} MM(i,l) \cdot MP(j,l)$$

Da eine technologische Entwicklung im Grundmodell ausgeschlossen wird, sind für die Materialmengen von der Periode j unabhängige Werte einzusetzen. Für die Materialpreise wird dagegen ein linearer Trend der folgenden Form vorgesehen[2]:

$$(53) \quad MP(j,l) = MPO(l) + MPl(l) \cdot j + MPW(j,l) + SMP(l) \cdot u$$

Neben dem Trend des Materialpreises ist hierbei noch eine Grösse MPW(j,l) eingeführt worden, die als 'willkürliche Preisänderung' einmal die Möglichkeiten des Unternehmens wiedergibt, durch Nützen günstiger Umstände den Materialpreis in gewissen Grenzen zu verändern. Zum andern kann diese Grösse dazu dienen, aussergewöhnliche nicht-lineare Preisentwicklungen am Bezugsmarkt explizit einzugeben. Für das zufällige Störglied SMP·u gilt analog das für Gl. 2 Gesagte[3].

Die Fertigungslöhne FLS(i,j) ergeben sich wiederum als Summe der verschiedenen, im Planungszeitraum konstanten Fertigungs-

---

1) Da die einzelnen Produkte unterschiedliche Materialien und Materialmengen aufweisen können, stellt der Produktgruppenwert einen Durchschnitt dar.

2) Zur Berechnung der Koeffizienten MPO und MPl sei auf den Anhang verwiesen; gegebenenfalls ist zuvor eine Prüfung der Vergangenheitsentwicklung auf Linearität vorzunehmen (vgl. Sachs, L., a.a.O., S. 421 ff.).

3) Der Schätzwert der Standardabweichung SMP wird unter Annahme einer Normalverteilung nach dem Maximum-Likelihood-Verfahren berechnet (vgl. Anhang, S. 2).

zeiten FZ(i,l)[1] multipliziert mit den entsprechenden Lohnsätzen LS(j,l):

$$(54)\quad FLS(i,j) = \sum_{k=1}^{LI2} FZ(i,l)\cdot LS(j,l)$$

Die Lohnsätze für die verschiedenen Fertigungszeiten sind in ihrer Entwicklung durch Regression auf die gesamtwirtschaftliche oder sektorielle Lohnentwicklung L(j) zu bestimmen[2]. Wie bei den Materialpreisen ist zusätzlich noch eine Grösse LSF(j,l) für willkürliche Abweichungen von der Lohnentwicklung durch das Unternehmen vorgesehen:

$$(55)\quad LS(j,l) = LSO(l) + LS1(l)\cdot L(j) + ULS(j,l) + LSF(j,l)$$

Der zufällige Störeinfluss ULS(j,l) wird dabei analog dem Vorgehen bei Bestimmung des Branchenumsatzes über die Vertrauensintervallschätzung[3] mittels Schätzwert der Standardabweichung SLS(l) aus der Vergangenheitsentwicklung simuliert[4]:

$$(56)\quad ULS(j,l) = t^{(M-2)}\cdot SLS(l)\cdot\left[\frac{M}{M-2}\cdot\left(\frac{1}{M}+\frac{L(j)-\bar{L}}{\sum_{k=1}^{M}(L(k)-\bar{L})^2}\right)\right]^{0.5}$$

$$(57)\quad zz = \int_{-\infty}^{t^{(M-2)}} g_{M-2}(u)\cdot du$$

---

1) Aus einer konstanten Technologie folgt auch Konstanz der Fertigungszeiten.

2) Zur Bestimmung der Koeffizienten LSO und LS1 nach dem Maximum-Likelihood-Verfahren ist auf den Anhang zu verweisen.

3) Vgl. Heinhold, J., Gaede, K.-H., a.a.O., S. 259 f.; vgl. auch die Fussnote zu Gl. 15; die möglichen Schwankungen der Lohnsätze um den Trend werden also mit zunehmender Entfernung vom Planungszeitpunkt grösser.

4) L(k) sind dabei die Werte der Vergangenheit und L(j) ist der aktuelle Wert.

Sollten durch den Zufallseinfluss allerdings so extreme Schwankungen entstehen, dass die Lohnsätze sogar unter die Höhe der Vorperiode fallen würden, so ist die Rechnung mit einer neuen Zufallszahl zu wiederholen, denn in der gegenwärtigen wirtschaftlichen Entwicklung erscheint es unrealistisch, ein Absinken der Lohnsätze unter das Vorjahresniveau zu erwarten.

Die sonstigen Fertigungskosten SFKS(i,j) umfassen alle direkt zurechenbaren Kosten je Einheit einer Produktgruppe, die nicht Fertigungslöhne, Materialkosten und direkte Verkaufskosten sind.

(58) SFKS(i,j) = SFKSO(i) + SFKS1(i)·j + SSFKS(i)·u

Ihre Entwicklung in der Planungsperiode wird aus einer linearen Trendextrapolation ermittelt[1]. Für die Ermittlung des zufälligen Störeinflusses SSFKS.u gilt das zu Gl. 2 Gesagte analog.

Für die direkten Verkaufskosten, die sich im wesentlichen aus Verkaufsprovisionen, Frachtkosten und Erlösschmälerungen zusammensetzen, erfolgt ebenfalls eine lineare Trendextrapolation. Da im vorliegenden Fall der Anteil dieser Kosten an den direkten Kosten gering ist, wird auf Einführung einer Störgrösse verzichtet. Stattdessen ist die Möglichkeit einer willkürlichen Veränderung der direkten Verkaufskosten über DVKSF(j) vorgesehen:

(59) DVKS(i,j) = DVKSO(i) + DVKS1(i)·j + DVKSF(j)

Als Kosten, die einer Produktgruppe zuzurechnen sind, können im Grundmodell nur Entwicklungskosten EK(i,j) und Werbeaufwendungen A(i,j) erfasst werden, wobei die Entwicklungskosten fakultativ sind, d.h. sie treten nur auf, falls ein Entwicklungsprojekt für diese Produktgruppe läuft. Fertigungsgemeinkosten, Materialgemeinkosten etc., die einer Produktgruppe zurechenbar

---

1) Die Errechnung des Trends erfolgt über die Methode der kleinsten Quadrate (vgl. Anhang, S. 2).

waren, konnten im Grundmodell datenmässig nicht erfasst werden. Demzufolge ergibt sich als Deckungsbeitrag 2 lediglich:

$$(60)\quad DB2(i,j) = DB1(i,j) - Ek(i,j) - A(i,j)$$

$$(61)\quad DB2(j) = \sum_{i=1}^{p(j)} DB2(i,j)$$

Während die Werbeaufwendungen A(i,j) als Daten eingegeben werden[1], bestimmen sich die Entwicklungsaufwendungen zu:

$$(62)\quad EK(i,j) = \begin{cases} DEA(j) & \text{für STATUS}(i,j) = 7,8,9,10 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

Der Abzug der nichtzurechenbaren Kosten vom Deckungsbeitrag DB2(j) führt zum Rohgewinn RGW(j) der Periode j vor Abzug von Gewinnsteuern und ohne Abschreibungen. Folgende Kostenarten werden im Grundmodell berücksichtigt[2]:

UMGK(j) - Materialgemeinkosten
UFGK(j) - Fertigungsgemeinkosten
UVWK(j) - Verwaltungskosten
UVTK(j) - Vertriebskosten
FA(j) - Forschungsaufwendungen
ST(j) - Steuern, soweit sie Kosten darstellen.

Damit ergibt sich als Rohgewinn:

---

1) Die Wahl der Werbeausgaben kann auch in funktionaler Abhängigkeit erfolgen: z.B. als fester Prozentsatz des Umsatzes einer Produktgruppe oder in Abhängigkeit von den Lebensphasen (vgl. Freudenmann, H., Planung neuer Produkte, Diss. München 1964, S. 8 f.).

2) Diese Kosten umfassen als eine Art Restgrösse alle noch nicht zugerechneten Kosten im Unternehmen.

(63) RGW(j) = DB2(j) - UMGK(j) - UFGK(j) - UVWK(j) - UVTK(j)
- FA(j) - ST(j)

Die Erfassung der Veränderung der ersten vier Kostengruppen erfolgt als lineare Regression auf den Unternehmensumsatz[1]. Ein Bezug auf die abgesetzten Mengen wäre möglicherweise verursachungsgemässer. Da die Addierbarkeit der Mengen verschiedener Produktgruppen jedoch nicht immer gegeben ist, erscheint die Regression auf den Umsatz zweckmässiger[2].

Damit jedoch durch dieses Vorgehen die Gemeinkosten nicht durch Preisveränderungen in den Produktgruppen aufgrund bestimmter Preisstrategien verändert werden, was kaum der Realität entsprechen dürfte, wird ein korrigierter Umsatzwert zur Berechnung dieser Kosten benutzt, der nicht auf den aktuellen Preisen, sondern auf dem Trendwert der Durchschnittspreise in den Produktgruppen aufbaut[3]:

$$(64)\quad UK(j) = \sum_{i=1}^{p(j)} UEK(i,j)/DRPT(i,j)$$

Damit lauten die Bestimmungsgleichungen für diese Kosten:

---

1) Diese Kosten werden zwar auch durch die Sortimentsbreite, das Absatzgebiet etc. bestimmt, eine Berücksichtigung dieser Abhängigkeiten im Grundmodell erfolgte jedoch nicht, da das verfügbare Datenmaterial des Beispiels nicht ausreichte.

2) Vgl. hierzu die Erweiterung von Bonini, der in seinem Modell, das sich bevorzugt mit der internen Unternehmensstruktur beschäftigt, den in der Hierarchie ausgeübten Druck als Kosteneinflussgrösse berücksichtigt: Bonini, C.P., Simulation of Information and Decision Systems in the Firm, Chicago 1967, S. 13 und 97.

3) Durch die Regressionsanalyse der Vergangenheitsentwicklung liegt dieser Trendwert auch der Berechnung der Koeffizienten zugrunde.

(65) UMGK(j) = MGKO + MGKl·UK(j) + SUMGK·u

(66) UFGK(j) = FGKO + FGKl·UK(j) + SUFGK·u

(67) UVWK(j) = VWKO + VWKl·UK(j) + SUVWK·u

(68) UVTK(j) = VTKO + VTKl·UK(j) + SUVTK·u

Die Koeffizienten dieser Regressionsbeziehungen sind ebenso wie die Störglieder SUMGK, SUFGK, SUVWK, SUVTK anhand der Vergangenheitsentwicklung zu schätzen[1]. Für die Zufallsgrösse u wird wie bei Gl. 2 angegeben vorgegangen.

Während für die Forschungsaufwendungen FA(j) eine direkte Eingabe erfolgt, werden die Kostensteuern ST(j) zunächst nur in Form eines Prozentwertes des Unternehmensumsatzes bestimmt:

(69) ST(j) = kst·U(j)

6.3.2.6. Ermittlung der Abschreibungen und des Reingewinnes

Zur Berechnung des Reingewinnes nach Abzug der Gewinnsteuern und des Finanzmittelbedarfes für die vorgesehenen Investitionen sind die steuerlich möglichen oder steuerlich zu tätigenden Abschreibungen auf die in der laufenden Periode und den Vorperioden vorgenommenen Investitionen zu berechnen[2].

Dazu werden Investitionen für Maschinen, Gebäude und sonstige Einrichtungen unterschieden, für die auch unterschiedliche Abschreibungssätze berücksichtigt werden[3]:

---

1) Vgl. Lesourne, J., a.a.O., S. 352 f.

2) Betriebswirtschaftlich-kalkulatorische Abschreibungen sind hierbei ohne Belang.

3) Da der Anwendungsfall ein deutsches Unternehmen ist, wurden die dort unterschiedlichen drei Abschreibungssätze für Maschinen, Gebäude und sonstige Einrichtungen berücksichtigt.

(70) $ABS(j) = ABSMA(j) + ABSG(j) + ABSSE(j)$

(71) $ABSMA(j) = \sum_{l=j-ABM}^{j} (IMA(l) \cdot SASMA)$

(72) $ABSG(j) = \sum_{l=j-ABG}^{j} (IG(l) \cdot SASG)$

(73) $ABSSE(j) = \sum_{l=j-ABSE}^{j} (ISE(l) \cdot SASSE)$

Die Abschreibungen in den einzelnen Investitionskategorien ergeben sich als Summe der noch abschreibungsfähigen Investitionen der Vergangenheit multäpliziert mit dem Abschreibungssatz[1]. Dementsprechend sind Investitionen zu berücksichtigen, die bis zu

$ABM=1/SASMA -1 \qquad ABG=1/SASG -1 \qquad ABSE=1/SASSE -1$

Perioden zurückliegen[2].

Die Investitionen lassen sich unterteilen nach kapazitätsneutralen Ersatzinvestitionen und nach Erweiterungsinvestitionen:

(74) $IMA(j) = IMAE(j) + IMAN(j)$

(75) $IG(j) = IGE(j) + IGN(j)$

(76) $ISE(j) = ISEE(j) + ISEN(j)$

Die Ersatzinvestitionen IMAE, IGE und ISEE werden dabei errechnet als Anteil der Kapazität, der jede Periode erfahrungsgemäss ersetzt werden muss, multipliziert mit dem je Kapazitätseinheit

---

1) Dieser Satz bezieht sich im vorliegenden Fall immer auf den Anschaffungswert.

2) Die Reduktion um 1 ist erforderlich, da auch auf die laufenden Investitionen einer Periode der volle Abschreibungssatz angewendet wird.

erforderlichen Investitionsbetrag für Maschinen (IMAE1), Gebäude (IGE1) und sonstige Einrichtungen (ISEE1)[1]:

(77) $IMAE(j) = IMAE1 \cdot KAE \cdot KM(j) \cdot TR1^{j}$

(78) $IGE(j) = IGE1 \cdot KAE \cdot KM(j) \cdot TR1^{j}$

(79) $ISEE(j) = ISEE1 \cdot KAE \cdot KM(j) \cdot TR1^{j}$

Für die Erweiterungsinvestitionen IMAN, IGN und ISEN ist zu berücksichtigen, dass eine zeitliche Vorleistung erforderlich werden kann: eine Kapazitätserhöhung in der Periode (j+v1) erfordert bereits in der Periode j eine Investition z.B. für Gebäude. Die angestrebte Kapazitätserhöhung in der Periode (j+v1) wird mit dem je zusätzlicher Kapazitätseinheit erforderlichen Investitionsbetrag multipliziert und ergibt die Investitionssumme in der Periode j. Die Investitionsbeträge je Einheit IMAN1, IGN1 und ISEN1 werden noch mit einem jährlichen Teuerungszuschlag TR1 multipliziert[2], um Preissteigerungen für Investitionsgüter zu berücksichtigen.. Damit ergibt sich:

(80) $IMAN(j) = IMAN1 \cdot TR1^{j} \cdot DKM(j+v1)$

(81) $IGN(j) = IGN1 \cdot TR1^{j} \cdot DKM(j+v2)$

(82) $ISEN(j) = ISEN1 \cdot TR1^{j} \cdot DKM(j+v3)$

Die zu berücksichtigenden Kapazitätserweiterungen ergeben sich aus der vorzugebenden Kapazitätsentwicklung des Unternehmens im Planungszeitraum:

---

1) Dieser recht pauschale Ansatz könnte durch Berücksichtigung von Maschinenaggregaten, die eine sprunghafte Kapazitätsveränderung bewirken, usw. erweitert werden.

2) Die Teuerungsrate wurde für Ersatz- und Erweiterungsinvestitionen gleichgesetzt, da es sich in beiden Fällen um prinzipiell die gleichen Kapazitätseinheiten handelt, die errichtet werden.

(83) DKM(j+v1) = KM(j+v1) - KM(j+v1 -1)

Aus Rohgewinn und Abschreibungen ergibt sich nun bei einem Gewinnsteuersatz GWST[1] der Gewinn nach Steuern GWNS(j) zu:

(84) GWNS(j) = (RGW(j) - ABS(j))·(1 - GWST)

Weiterhin ergibt sich als Cash Flow CF(j):

(85) CF(j) = GWNS(j) + ABS(j)

Als verteilbarer Gewinn VTGW(j) verbleibt dann noch[2]:

(86) VTGW(j) = CF(j) - IMA(j) - IG(j) - ISE(j) - UV·(U(j) - U(j)-1))

Dabei sind neben dem Investitionsbedarf auch die Finanzmittel abzuziehen, die zur langfristigen Finanzierung des höheren Umlaufvermögens erforderlich sind[3]. UV gibt den Anteil des Umsatzes an, der langfristig finanziert werden soll.

Sollte sich VTGW(j) negativ ergeben, so wäre damit ein Kapitalbedarf des Unternehmens in der Planungsperiode j angezeigt.
Als Kontrolle muss noch der Auslastungsgrad ALG(j) berechnet werden:

(87) $ALG(j) = \left(\sum_{i=1}^{p(j)} MK(i,j)\right)/KM(j)$

---

1) Bezogen auf den Gewinn vor Steuern

2) Sofern die Abschreibungen geringer als die Investitionen und die Finanzmittel zur Umlauferhöhung sind.

3) Dieser Finanzbedarf ergibt sich bereits aus der durchschnittlichen Verzögerung bis zur Bezahlung der Lieferungen: vgl. Langen, H., Preis und konditionspolitische Massnahmen in der Rezession, in: Unternehmenspolitik bei schwankender Konjunktur, Schriften zur Unternehmensführung Bd. 1, Hg.: Jacob, H., Wiesbaden 1967, S. 51 ff.

Falls rechnerisch die abgesetzte Menge grösser als die Kapazität des Unternehmens würde, müsste eine entsprechende Reduktion der MK(i,j)-Werte vorgenommen werden.

Die oben angeführten Modell-Strukturen sind, abgesehen von rechentechnischen Zusätzen, die im EDV-Programm noch erforderlich werden, insofern noch unvollständig, als sie noch überwiegend statischer Natur sind, d.h. nur für die planerische Durchrechnung einer Periode geeignet. Im folgenden wird daher das Modell dynamisiert, d.h. die Durchrechnung kann sich auf sämtliche Perioden des Planungszeitraumes erstrecken.

6.4. Erzeugung dynamischen Modellverhaltens

Die Zielsetzung des Simulationsmodelles ist, die Entwicklung der Unternehmensziele unter dem Einfluss von bestimmten Strategien im Planungszeitraum zu simulieren. Die Zeit stellt damit eine entscheidende Modellvariable dar[1]. Die eigentliche Dynamisierung des Modells ist jedoch nicht bereits durch Einführung einer Zeitabhängigkeit gegeben, sondern erst, wenn die gegenseitige Beeinflussung von Grössen aus aufeinanderfolgenden Perioden, z.B. FAW(j) = f(FA(j-1)), mehr oder weniger umfassend im Modell abgebildet wird[2].

Dazu ist es erforderlich, dass für jede Periode des Planungszeitraumes die vom Modell benötigten Eingabedaten und Beziehungen zu Vorperioden bezüglich der

exogenen Variablen
endogenen Variablen
neuen Produktgruppen
ausscheidenden Produktgruppen

zur Verfügung gestellt oder im Modell erzeugt werden.

---

1) Vgl. Angermann, A., Entscheidungsmodelle, Frankfurt/Main 1963, S. 35;

2) Vgl. Ihde, G.-B., a.a.O., S. 59 ff. u.a.

6.4.1. Tendenzen exogener Variabler

Die Veränderung der exogenen Variablen im Zeitablauf bildet die Grundlage der Modelldynamik. Diese Veränderung wird entweder durch direkte Dateneingabe, z.B. bei der volkswirtschaftlichen Leitgrösse LGO(j), oder funktional durch Vorgabe der Koeffizienten dieser Beziehung erzeugt. Hat die Funktion z.B. die Form

$$y = a + b.j$$

so wird die Grösse y über a und b und die unabhängige Veränderliche j errechnet.

Zum Teil ist bei den Zufallseinflüssen eine Beziehung zur Vorperiode in restriktiver Hinsicht vorzusehen, um unrealistische Zufallsschwankungen in aufeinanderfolgenden Perioden zu vermeiden. Dies ist bei der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung und bei den Fertigungslöhnen der Fall.

6.4.2. Tendenzen endogener Variabler

Im Gegensatz zu den exogenen Variablen unterliegen diese Grössen der willkürlichen, zielmotivierten Veränderbarkeit durch das Unternehmen.

Soweit es Grössen sind, die, wie z.B. die Werbeaufwendungen, vom Unternehmen fast völlig frei zu wählen sind, werden sie direkt für jede Periode eingegeben. Teilweise existieren aber Grössen, die nur begrenzt beeinflussbar sind, wie z.B. der Verlauf der Verwaltungskosten. Sie fallen in einem gewissen Umfang zwangsläufig an und können durch entsprechende Strategien nur in ihrer absoluten Höhe oder in ihrer Veränderungsrate beeinflusst werden. Für diese Grössen wird wie bei den exogenen Variablen ein meist zeitabhängiger Trend über entsprechende Koeffizienten vorgegeben.

6.4.3. Berücksichtigung neuer und ausscheidender Produktgruppen

Eine Verknüpfung aufeinanderfolgender Perioden ist bei den Produktgruppen durch ihre jeweilige Lebensphase in der Vorperiode und den durch Zufallszahl und Uebergangswahrscheinlichkeit bestimmten Wechsel der Lebensphasen vorgenommen.

Das dadurch ausgelöste Verschwinden alter Produktgruppen und Auftreten neuer bringt jedoch eine datenmässige Schwierigkeit mit sich: Für neuentstehende Produktgruppen, die zu einem beliebigen Zeitpunkt $j = a$ in das Sortiment des Unternehmens aufgenommen werden, müssen vollständige, produktgruppenspezifische Datensätze zur Verfügung stehen; bei ausscheidenden Produktgruppen ist eine entsprechende Anpassung der Daten vorzunehmen.

Die Beschaffung von Daten für die neu hinzukommenden Produktgruppen kann auf folgenden Wegen erfolgen:

1. Vorgabe von genügend vielen Daten für jede Eingabegrösse, so dass mit relativ hoher Wahrscheinlichkeit genügend Daten für eventuell im Planungszeitraum neu zu berücksichtigende Produktgruppen bereitstehen. Abgesehen vom Reihenfolgeproblem, welche Daten welcher Produktgruppe zuzuordnen sind, besteht hierbei der Nachteil, dass eine grosse Anzahl von Daten, meist recht ungewisser Grösse, eingegeben werden muss.

2. Erzeugung der Daten intern, d.h. die erforderlichen Eingabegrössen werden während der Simulation erzeugt. Z.B. durch Mittelwertbildung aus Daten der bereits vorhandenen Produktgruppen. Diese Vorgehensweise hat den grossen Nachteil, dass für diese Produktgruppen keine direkte Beeinflussung durch bestimmte Strategien mehr möglich ist.

3. Eingabe eines für alle neuen Produktgruppen einheitlichen Datensatzes. Dadurch wäre allerdings die Variationsmöglichkeit unrealistisch eingeschränkt.

4. Kombination einer Dateneingabe mit interner Ermittlung:
   Für jede Eingabegrösse der alten Produktgruppen, z.B. Durchschnittspreis der Produktgruppe, wird ein optimistischer, ein mittlerer und ein pessimistischer Schätzwert vorgegeben. Auf Grund von subjektiv geschätzten Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten der Varianten wird dann intern im Modell über eine Zufallszahl die für die spezielle neue Produktgruppe als gültig anzusehende Variante interpoliert.

Da die vierte Möglichkeit die Nachteile der ersten drei Verfahren weitgehend vermeidet, wird im folgenden nach dieser Methode vorgegangen.

Für ausgeschiedene Produktgruppen (STATUS = 6 oder 10) ist eine Veränderung der Eingabedaten in folgender Hinsicht zweckmässig:

1. Die ursprünglich für diese Produktgruppe vorgesehenen Werbeaufwendungen werden umsatzanteilig auf die anderen Produktgruppen verteilt[1].
2. Sämtliche produktgruppenbezogenen Kosten werden gestrichen[2]; ausgenommen lediglich mögliche Entwicklungsprojektkosten.

Durch Einbau dieser zusätzlichen Beziehungen in das Modell erhält es dynamischen Charakter und kann zur Darstellung der Entwicklung der Unternehmensziele im Planungszeitraum benutzt werden[3].

---

1) Die Aufteilung der verbliebenen Werbeaufwendungen könnte auch nach anderen Schlüsseln erfolgen, z.B. nach dem Deckungsbeitragsanteil.

2) Damit wird die mögliche Remanenz bestimmter Kostenarten vernachlässigt.

3) Eine stärkere Verknüpfung der Unternehmenszustände aufeinanderfolgender Perioden führt zu einer rasch steigenden Komplexität des Modells, sie sollte im Grundmodell vermieden werden.

6.5. Untersuchung von Unternehmensstrategien

Die Untersuchung von Unternehmensstrategien in ihrer Wirkung auf die Unternehmensziele innerhalb des Planungszeitraumes mit dem entworfenen Simulationsmodell besteht im Prinzip aus einer Analyse des Modellverhaltens bei bestimmter Struktur der Eingabegrössen.

Zum Ablauf einer derartigen Untersuchung sei auf die Abb. 7 hingewiesen[1].

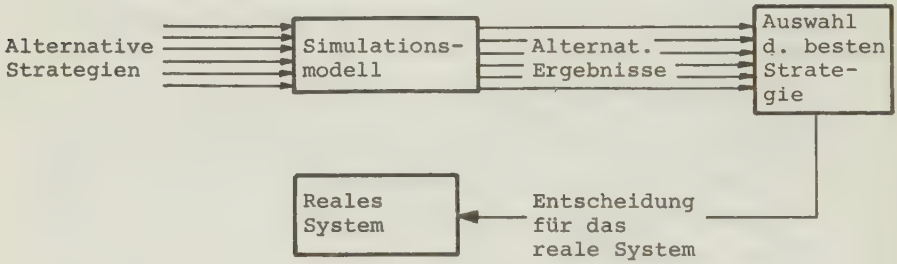


Abb. 7

Die sich für die untersuchten Strategien ergebenden alternativen Werte der Unternehmensziele sind für die verschiedenen Unternehmensziele gemeinsam zu bewerten. Unter Berücksichtigung der aufgrund der Rechenergebnisse zu erwartenden Abweichungen von den Zielwerten und weiterer qualitativer Momente ist aus den untersuchten Strategien diejenige zu ermitteln, die die günstigste Erreichung der gesetzten Ziele verspricht.

---

1) nach Lindemann, P., a.a.O., S. 441.

6.5.1. Eingabe von Strategien in das Modell

Zur Eingabe einer Strategie in das Modell, d.h. zur Prüfung einer Strategie mit dem Simulationsmodell ist die zu untersuchende Strategie derart in ihre Komponenten zu zerlegen, dass daraus eine entsprechende Veränderung der Eingabegrössen des Modelles abgeleitet werden kann.

Am anschaulichsten dürfte ein Beispiel die Vorgehensweise bei der Eingabe einer Strategie in das Modell zeigen:

Strategie: Durchschnittspreis der Produktgruppe i (DP(i,j)) soll sich im Planungszeitraum immer um ca. 20 % unter dem Branchendurchschnittspreis (BDP(j)) bewegen gleichzeitig soll die Werbung für diese Produktgruppe intensiviert werden, sie soll um 15 % über dem entsprechenden Branchenmittelwert (DAB(j)) liegen.

Eingabe:
1. über Datenkarten: DP(i,j) wird für den Planungszeitraum errechnet und in die Datenkarten eingegeben; die Werbeaufwendungen werden ebenso mit A(i,j) = 1.15·AB(j) errechnet und eingegeben.
2. über Programmänderung: um die geforderte funktionale Abhängigkeit des Durchschnittspreises und der Werbeaufwendungen im Modell zu berücksichtigen, werden die entsprechenden Programmkarten geändert:
   DP(i,j) = 0.8 ·BDP(j)
   A(i,j) = 1.15·DAB(j)
   Die alten Daten für diese Grössen werden aus den Eingabedaten herausgenommen.

Der letzte Weg weist bezüglich der Untersuchung von Strategien die grösste Variationsbreite bis zu einer erheblichen Veränderung des Modelles auf, er erfordert allerdings eine mehr oder weniger umfangreiche Neuprogrammierung. Der sicherere Weg führt über die Eingabegrössen, er ist weniger aufwendig, dafür bezüglich der Vielfalt zu prüfender Strategien nicht so variationsreich.

Zunächst wird daher immer der Weg über die Aenderung der Eingabedaten vorzuziehen sein.

6.5.2. Simulation von Strategien

Die Simulation einer Strategie besteht in einer periodenweisen Durchrechnung des Modells für den gesamten Planungszeitraum (j = 1,...T) mit den eingangs festgelegten Eingabegrössen. Sind sämtliche Planungsperioden einmal durchgerechnet worden, so liegt für jedes Ziel oder allgemeiner für jede Ausgabegrösse des Programms ein T-dimensionaler Ergebnisvektor[1] vor.

Zur Feststellung, wie diese Ergebnisse durch die im Simulationsmodell berücksichtigten zufälligen Schwankungen um die Trendwerte und die Zufallsauswahlen verändert bzw. beeinflusst werden, wird die Durchrechnung aller Perioden des Planungszeitraumes so oft wiederholt, bis eine statistisch abzusichernde Aussage über die Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Ergebnisgrössen möglich ist[2].

Die Ergebnis-Vektoren jeder Durchrechnung und jeder Ergebnisgrösse stellen in ihrer Gesamtheit das Ergebnis der Simulation der betreffenden Strategie dar. Diese Ergebnis-Gesamtheit ist zur Beurteilung der Strategie bezüglich der Realisation der gesetzten Unternehmensziele heranzuziehen und mit den Ergebnissen der anderen Strategien zu vergleichen.

Je nach der Formulierung der Unternehmensziele - ob sie zeitraum- oder zeitpunktorientiert sind - ist der Entwicklung der Ergebniswerte über den Planungszeitraum oder dem Endwert am Planungshorizont die grössere Bedeutung beizumessen.

---

1) Vgl. Hütte Bd. I - des Ingenieurs Taschenbuch, Hg.: Akademischer Verein Hütte, 28. Aufl., Berlin 1955, S. 116.

2) Als Erfahrungswert wird hier Yo = 70 genommen.

6.5.3. Auswertung der Ergebnisse

Aus einem Eingabedaten-Satz entsteht für jede Ergebnissgrösse (Zielwerte oder andere Kontrollgrössen) eine im allgemeinen nichtquadratische Ergebnismatrix der folgenden Form[1]:

Ergebnisgrösse A							
Y \ j	1	2	3	4	. . . . .	T
1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}	. . . . .	a_{1T}
2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{24}	. . . . .	a_{2T}
3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	a_{34}	. . . . .	a_{3T}
.	.	.	.	.	. . . . .	.
YO	a_{Y1}	a_{Y2}	a_{Y3}	a_{Y4}	. . . . .	a_{YT}

Diese Ergebnismatrix ist nun zu vergleichbaren Werten zu verdichten.

Zunächst gilt es, für jedes j einer Ergebnisgrösse die Häufigkeitsverteilung der Y-Werte zu ermitteln[2]. Für die auf die Gegenwart zu diskontierenden und zu summierenden Grössen wie z.B. den verteilbaren Gewinn VTGW wären diese Verteilungen auch für die Summierung über j zu bestimmen.

Um eine Komprimierung dieser Verteilungen auf ihre Verteilungsparameter[3] zu erreichen, ist, ausgehend von dem Bild dieser Häufigkeitsverteilungen zu testen, welcher Verteilung die Stichprobe entstammen könnte.

Zur Prüfung von Verteilungen wird der χ^2-Anpassungstest benutzt[4]. Für die Hypothese einer (μ, σ)-Normalverteilung erfolgt die Prüfung folgendermassen:

---

1) Falls eine Ergebnisgrösse noch nach Produktgruppen differenziert wird, würden sich p(j=T) dieser Matrizen ergeben.

2) Vgl. Heinhold, J., Gaede, K.-H., a.a.O., S. 5 ff.

3) Bei der Normalverteilung sind es z.B. die Parameter Mittelwert und Standardabweichungen; ihre Kenntnis reicht zur vollständigen Beschreibung der Verteilung aus, sofern ihre Form bekannt ist.

4) Vgl. Heinhold, J., Gaede, K.H., a.a.O., S. 289 ff.; Sachs, L., a.a.O., S. 319 ff.

(88) Prüfgrösse $u_r^2 = \sum_{\xi=1}^{r} \frac{(n_\xi - n \cdot p_\xi)^2}{n \cdot p_\xi}$

- r - Zahl der gebildeten Klassen der Breite b (Zusammenfassung so, dass immer $n \cdot p_\xi \geq 4$)
- p_ξ - Wahrscheinlichkeit, dass die Stichprobenvariable der Normalverteilung in der Klasse ξ liegt
- n_ξ - Zahl der Werte der zu testenden Stichprobe, die in der Klasse ξ liegen.

(89) $p_\xi(\xi, \sigma) = f(u) \cdot b/s$

mit den Schätzwerten für ξ und σ^2:

(90) $\bar{x} = \frac{1}{Y0} \sum_{\xi}^{r} n_\xi \cdot x_\xi$

(91) $s^2 = \frac{1}{Y0} \sum_{\xi}^{r} n_\xi \cdot (x_\xi - \bar{x})^2$

und x_ξ als Intervallmitte.

Falls $u_r^2 > \chi^2_{r-1,P\%}$, dann gilt mit der Sicherheitswahrscheinlichkeit P%, dass die Hypothese, den Ergebniswerten liege eine Normalverteilung zugrunde, abzulehnen ist. Gilt dies nicht, so kann für die Streuung der Ergebnisse mit einer Normalverteilung gerechnet werden, deren Parameter ξ und σ durch die Näherungswerte $\bar{x}$ und s wiedergegeben werden können.

Je nach der Art der gefundenen Verteilungen lässt sich eine Aussage über die Qualität des Simulationsmodelles machen: sollte die Streuung jeweils extrem gross sein oder sollte sogar eine Gleichverteilung der Ergebnisse für die Y_o-Simulationsdurchläufe vorliegen, so würde dies bedeuten, dass das Modell bei Berücksichtigung zufälliger Einflüsse nicht mehr in der Lage ist, eine verwendbare Aussage über einen wahrscheinlichen Wert einer Zielgrösse zu machen. Falls andere Ursachen wie z.B. die Art der Eingabegrössen oder spezielle Modellstrukturen ausscheiden, wäre der Schluss zu ziehen, dass das Simulationsmodell in der vorliegenden Form keine aussagefähigen Ergebnisse liefern kann.

Für den Fall, dass sich bestimmte Verteilungen finden lassen, ist nun zu einer Bewertung der Ergebnisse für die verschiedenen simulierten Strategien zu schreiten.

Dazu ist für jede Zielgrösse eine Darstellung der Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Zielwerte bei jeder untersuchten Strategie erforderlich. Sofern die Verteilungen für alle Strategien die gleiche Form haben, kann ein $\bar{x}$ -σ -Diagramm (vgl. Abb. 8)[1] aufgestellt werden.

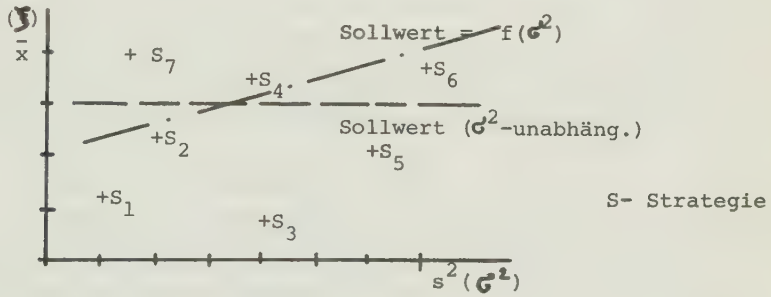


Abb. 8

Daraus ist entsprechend der Differenz zu den Sollwerten der Zielgrösse und der subjektiven Risikopräferenz[2] des entscheidungsbefugten Auswählenden die für dieses Ziel günstigste Strategie auszuwählen bzw. sind die eindeutig ungünstigen Strategien aus dem weiteren Bewertungsprozess auszuscheiden.

Die gemeinsame Bewertung der Zielerreichung für ein Zielsystem erfordert noch die Zusammenfassung der verschiedenen Zielwerte jeder Strategie zu einem Gesamtwert. Dies kann durch die Bildung einer Gesamtnutzenfunktion geschehen[3]. Dazu wird durch die Gewichtung der Ziele ihr Einfluss auf einen zu definierenden Gesamtnutzen wiedergegeben.

---

1) Vgl. Thompson, H.E., Beranek, W., The efficient use of an imperfect forecast, in: M.S., Vol. 13 (1966), No. 3, S. 236.
2) Vgl. Menges, G., Grundmodelle wirtschaftlicher Entscheidungen, Köln - Opladen 1969, S. 59 ff.
3) Vgl. ebd., S. 88 f.; Borch, K.H., Wirtschaftliches Verhalten bei Unsicherheit, Wien - München 1969, S. 60 ff.; Schneeweiss, H., Entscheidungskriterien bei Risiko, Berlin - Heidelberg - New York, 1966, S. 33 f.

Für den Fall, dass die Ergebnisse normalverteilt sind, lassen sich Erwartungswert und Streuung der einzelnen Ergebnisgrössen nach dem Additionstheorem der Normalverteilung[1] zusammenfassen:

$$(92) \quad \mu = \sum_{\nu=1}^{n} k_\nu \cdot \mu_\nu$$

$$(93) \quad \sigma^2 = \sum_{\nu=1}^{n} k_\nu^2 \cdot \sigma_\nu^2$$

wobei k_ν als Gewichtungsfaktor der einzelnen Ziele dient.

Damit ist für jede Strategie ein Erwartungswert und ein Streuungswert für den Gesamtnutzen zu bestimmen. Der Vergleich der einzelnen Strategien kann bezüglich der Realisierung des Zielsystems in einem der Abb. 8 entsprechenden Diagramm erfolgen.

Sofern eine derartige Zusammenfassung wegen unterschiedlicher Wahrscheinlichkeitsverteilungen nicht möglich ist, könnte - neben einer subjektiven, augenscheinlichen Auswahl - jede Ergebnisgrösse durch Gewichtung ihres Erwartungswertes mit ihrer Varianz zu einem korrigierten Erwartungswert umgewandelt werden:

$$(94) \quad E^+ = \mu - a \cdot s^2$$

Dann ergäbe sich der Gesamtnutzen zu

$$(95) \quad GN = \sum_{\mu} k_\mu \cdot E^+$$

Die endgültige Auswahl einer Strategie als für die Zielerreichung am günstigsten darf allerdings nicht ohne Berücksichtigung der qualitativen Eigenschaften dieser Strategie vorgenommen werden.

---

1) Vgl. Heinhold, H., Gaede, K.-H., a.a.O., S. 113.

7. Prüfung der Gültigkeit des Simulationsmodelles

Die Prüfung der Gültigkeit oder Validität[1] des Simulationsmodelles erfolgt in zwei Stufen[2]:

1. Nachahmung einer Vergangenheitsentwicklung durch Eingabe entsprechender Daten in das Modell
2. Vorhersage einer Entwicklung und Kontrolle der tatsächlichen Unternehmensentwicklung.

Angesichts des zeitlichen Umfanges dieser Untersuchung konnte der zweite Prüfschritt nicht vollzogen werden, so dass sich die Gültigkeit des Modelles nur bezüglich der Nachahmung einer Vergangenheitsentwicklung untersuchen lässt.

Die eingangs aufgestellte Hypothese kann daher nur in diesem beschränkten Umfang getestet werden. Gelingt die Nachahmung, so ist die Hypothese nicht abzulehnen, dass sich Simulationsmodelle entwickeln lassen, die über Vergangenheitsdaten Aussagen über langfristige Unternehmensentwicklungen ermöglichen; allerdings gilt dies nur für den Fall des speziellen Unternehmens und der Entwicklung seiner Unternehmensziele in der Vergangenheit.

Durch die Vergangenheitsdarstellung wird die Fähigkeit des Modelles geprüft, aus den Eingabedaten die Zielwerte zu ermitteln; die Gefahr falscher Prognosen der Eingabedaten tritt dabei noch nicht auf.

Da im Modell die Ziele "Umsatz" und "Gewinn" vorgesehen sind, muss also versucht werden, Zielwerte mit den Eingabewerten der realen Unternehmung zu simulieren, die den durch die Unternehmung erreich-

---

1) Vgl. Naylor, T.H., Balintfy, J.L., Burdick, D.S., Kong Chu, Computer Simulation Techniques, a.a.O., S. 310 ff.

2) Vgl. Naylor, T.H., ebd., S. 39 f.

ten entsprechen. Die Uebereinstimmung kann allerdings nur statistisch abzusichern sein, da es sich um ein stochastisches Modell handelt.

Diese Prüfung auf Uebereinstimmung von Realität und Simulationswert erfolgt als "Schluss von einer Stichprobe auf den Ausfall einer anderen"[1], wobei die "andere Stichprobe" nur der jeweilige, real erreichte Umsatz- oder Gewinnwert ist. Hierfür gilt die Testgrösse

$$(96) \quad |U - U_o| < D = \gamma_{P\%}^{(n-1)} \cdot s \cdot \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{1}{m}} \quad \text{mit } m = 1$$

n - Umfang der ersten Stichprobe

s - Schätzwert der Standardabweichung der ersten Stichprobe

$\gamma_{P\%}^{(n-1)}$ - zweiseitiges Vertrauensintervall der t-Verteilung mit P%-Irrtumswahrscheinlichkeit.

Diese Prüfung wird im folgenden nach Feststellung der Art der Wahrscheinlichkeitsverteilung für die beiden Zielgrössen jeder Periode j vorzunehmen sein.

Allerdings ist ein positives Ergebnis dieses Testes (Erfüllung der Ungleichung $|U-U_o| < D$) noch nicht als sicherer Nachweis dafür anzusehen, dass die Verteilung des Zielwertes im Modell auch der hypothetischen Verteilung entspricht, der der Zielwert der realen Unternehmung entstammt. Wie in Abb. 9 verdeutlicht, kann der obige Test positiv ausfallen und trotzdem bestehen zwischen simulierter und hypothetischer Verteilung für das reale System signifikante Unterschiede, die nur zufällig durch einen etwas extremen Zielwert der realen Unternehmung zu einem positiven Ergebnis der obigen Ueberprüfung führen. In diesem Fall bildet das Modell das reale System also noch nicht befriedigend ab. Um diesen Nachweis zu erbringen, wäre die Kenntnis der hypothetischen Verteilung des Zielwertes des realen Systems erforderlich, die nicht vorliegt.

---

1) vgl. Heinhold, J., Gaede, K.-H., a.a.O., S. 213.

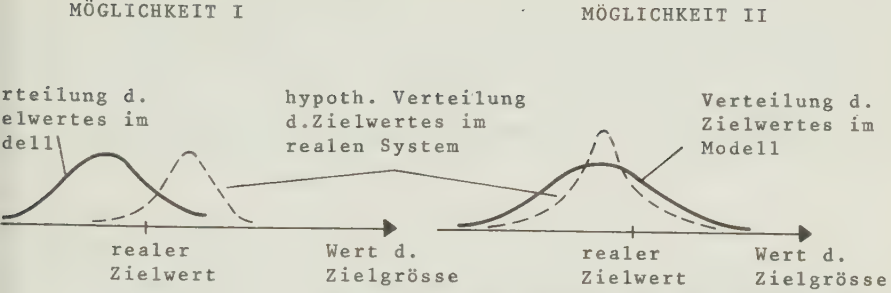


Abb. 9

Die Prüfung auf Uebereinstimmung zwischen Modell und 'Realität' liefert mit dem genannten Test also keine völlig sicheren Aussagen. Eine Einschränkung, die bei der Interpretation der Rechenergebnisse zu beachten ist.

7.1. Daten der Unternehmung

Zur Prüfung des Modelles wurden die Daten eines Unternehmens der Textilbranche benutzt[1].

Die für dieses Unternehmen zu ermittelnden Eingabewerte für das Simulationsmodell sind im Anhang aufgeführt. Mit ihnen wurde eine Unternehmensentwicklung simuliert, die sich durch folgenden Verlauf der realen Zielwerte 'Umsatz' und 'Gewinn' in den Jahren 1962 bis 1968 darstellt[2] [3] :

---

1) Dieses Unternehmen wurde von der Prognos AG, Basel beraten; aus Gründen der Vertraulichkeit kann der Name daher nicht genannt werden.

2) Die Daten für dieses Unternehmen wurden im Rahmen einer langfristigen Planung in der Bestandsaufnahme erarbeitet.

3) Die Höhe des Gewinn vor Steuern ist zu gross, da das Unternehmen durch ausländische Produktionsstätten zu Gewinntransfers in der Lage war.

Reale Zielwerte	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
Umsatz (MioDM)	34.3	44.0	47.1	55.9	61.6	55.0	64.2
Gewinn vor Steuern (%d.U.)	16.6	25.1	23.2	25.8	27.9	25.7	23.6

Die erforderlichen Eingabegrössen der Unternehmens- und Umweltentwicklung wurden aus dem verfügbaren Datenmaterial erarbeitet; soweit es nicht ausreichte, wurden entweder sinnvolle und zweckmässige Annahmen gemacht oder die betreffenden Grössen wurden im Modell neutralisiert: So wurde z.B. die zweite Leitgrösse für die Branchenentwicklung nicht benutzt, der zugehörige Koeffizient wurde gleich Null gesetzt.

Die Werte der 'Pessimistisch-Mittel-Optimistisch-Schätzung' für die Daten der neuen Produktgruppen wurden aus den Daten der Produktgruppen abgeleitet, die nach 1962 in das Sortiment der realen Unternehmung aufgenommen wurden.

Eine Schwierigkeit dei den Daten dieser Unternehmung war jedoch, die ungleichmässige Verteilung des Umsatzes auf die Produktgruppen. So stammten ca. 60 % des Umsatzes aus einer Produktgruppe. Ein Wechsel der Lebensphase dieser Produktgruppe bestimmte daher ganz entscheidend die Umsatznormalwerte der einzelnen Phasen. Entsprechend diesem Ungleichgewicht ergaben sich relativ starke Schätzwerte für die Standardabweichung, die vor allem in der Lebensphase 3 im Bereich von 25-30 % des Unternehmensumsatzes lag. Unter Berücksichtigung dieser Umstände ist für die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Zielwerte entsprechend eine relative starke Streuung zu erwarten, da diese Umsatznormalwerte recht stark auf das Ergebnis durchschlagen dürften.

7.2. Prüfung der Ergebnisse

Die im ersten Rechengang simulierten Zielwerte der Unternehmensentwicklung von 1962 bis 1968 sind in Tab. 1 in zusammengefasster Form als Mittelwert und Standardabweichung[1)] des Umsatzes und der Gewinnrate dargestellt worden.

Für die beiden Zielgrössen wurden ausserdem die Ergebnisse der Prüfung auf Normalverteilung in Form der Prüfgrösse u_r^2 und der Grenzwerte $\chi^2_{5\%,r-3}$ zusammengestellt. Ausserdem wurde noch die Uebereinstimmung der simulierten Verteilung mit den realen Umsatz- (U_o) und Gewinngrössen (G_o) nach Gl. 96 untersucht. Für diese Prüfung auf statistische Gleichheit und auf Normalverteilung wurde jeweils eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 5\ \%$ zugrundegelegt, d.h. nur in 5 % aller Fälle dürfte sich das festgestellte Prüfergebnis statistisch als falsch erweisen.

Die simulierten Zielgrössen zeigen etwas überraschend ab 1964 das Auftreten bimodaler und trimodaler Verteilungen , d.h. die Gesamtverteilung lässt sich in zwei oder auch drei Normalverteilungen aufspalten. Diese Teilung der Stichprobenwerte muss aus der Struktur der eingegebenen Daten erklärt werden: Das Sortiment der realen Unternehmung zeichnete sich durch hohe Umsätze einer Produktgruppe in der Reifephase des Lebenszyklus aus, gleichzeitig war die Produktgruppenzahl mit sechs Gruppen 1962 nicht sehr hoch; falls nun zufällig eine Produktgruppe mehr oder weniger in der Lebensphase 3 simuliert wird, so bedeutet es für den Gesamtumsatz dieser Periode einen starken Umsatzsprung nach oben oder nach unten. Dies konnte vor allem mit dem Auftreten neuer Produktgruppen aus der F & E-Tätigkeit häufiger auftreten.

---

1) Die Berechnung erfolgte nach Gl. 90 und 91.

Umsatzentwicklung	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
U_o (Mio DM)	34.3	44.0	47.1	55.9	61.6	55.0	64.2
$\bar{U}$	34.8	40.4	45.1	52.1	54.6	57.7	65.7
s	2.7	3.2	2.6	3.7	6.3	8.8	35.4
n	70	70	58	46	70	70	70
Zahl der Klassen	5	6	5	6	5	7	13
u_r^2	2.11	7.81	3.04	4.11	5.82	6.14	17.11
$\chi^2_{5\%,r-3}$	5.99	7.81	5.99	7.81	5.99	9.49	18.31
normalvert.	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
$\lvert\bar{U}-U_o\rvert < D$	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Gewinnentwicklung							
G_o (%d.Ums.)	16.6	25.1	23.2	25.8	27.9	25.7	23.6
$\bar{G}$	15.7	19.4	18.9	23.4	27.0	22.4	25.6
s	5.5	4.4	5.1	4.0	4.8	5.3	17.3
n	70	70	58	46	70	70	70
r	10	8	9	8	9	5	9
u_r^2	7.31	5.04	8.17	0.31	1.83	2.10	8.05
$\chi^2_{5\%,r-3}$	14.07	11.07	12.59	11.07	12.59	5.99	16.92
normalvert.	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
$\lvert\bar{G}-G_o\rvert < D$	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja

Tab. 1

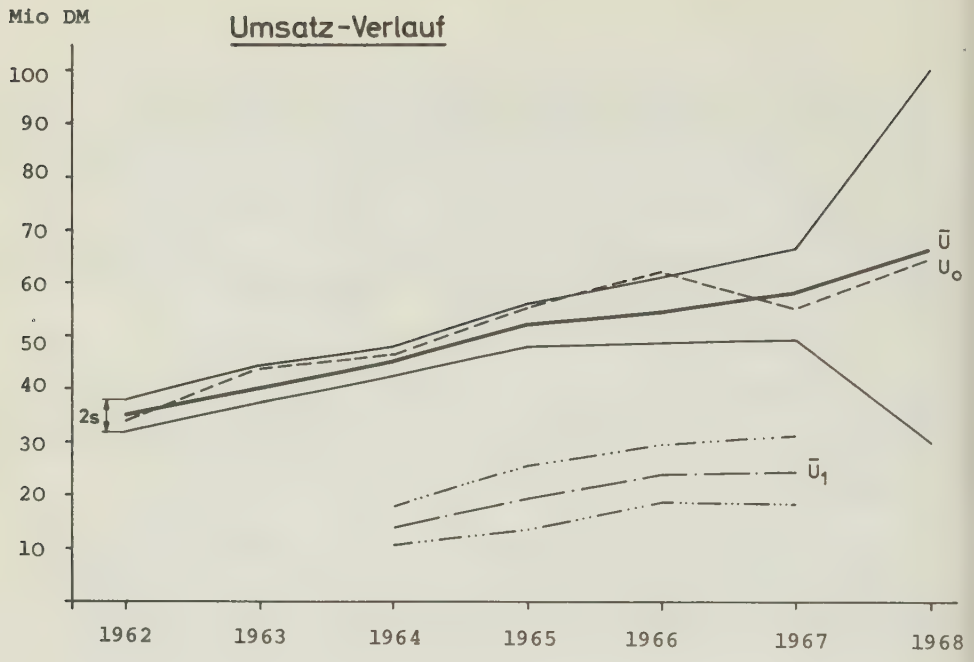
Eine Lokalisierurg der 'wahrscheinlichen' Verteilung konnte aufgrund der graphischen Häufigkeitsverteilung erfolgen: nur 30-40 % der Werte zeigten eine deutliche Verlagerung nach oben oder unten. Für die letzte Periode des Planungszeitraumes war eine derartige Trennung nicht mehr sicher durchzuführen, da hier die stark gestiegene Schwankungsbreite zu einem Verwischen der einzelnen Verteilungen führte. Die Stichprobenwerte flossen wieder zu einer Verteilung zusammen.

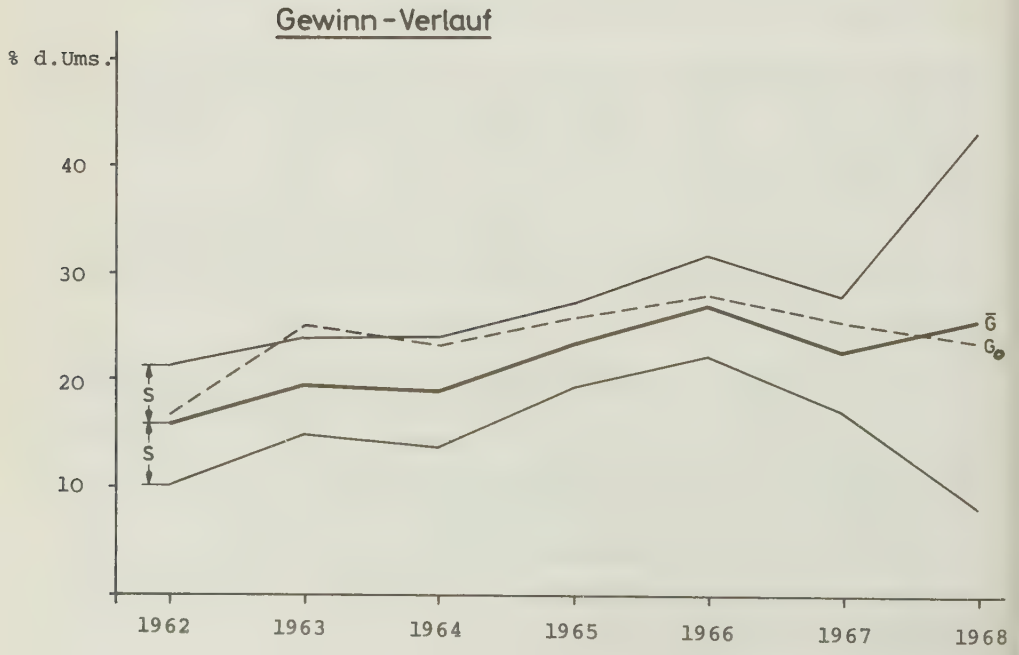
Diese 'Nebenverteilungen' wurden in Tab. 1 nicht angeführt, sondern nur in die graphische Darstellung der Umsatz- und Gewinnverläufe in Abb. 9 mit Mittelwert und Standardabweichung aufgenommen.

Für die 'Hauptverteilung' konnten, (Tab. 1), in jedem Fall statistisch abzusichernde Normalverteilungen erhalten werden. Die zum Ende des Planungszeitraumes stark zunehmende Streuung der Werte ist zum einen auf die grössere Zahl von Produktgruppen zurückzuführen, die eine immer vielfältigere Zusammensetzung des Sortiments ermöglicht, zum andern auf die kumulative Wirkung der Streuung in aufeinanderfolgenden Perioden.

Der Test, ob das Modell in statistisch abzusichernder Weise die Entwicklung der realen Zielwete wiederzugeben vermag - mit der Prüfgrösse D in Gl. 96 durchgeführt -,fiel wie Tab. 1 zeigt, in jedem Fall positiv aus.
Zum besseren Vergleich der simulierten und realen Zielwerte wurden in Abb. 10 die simulierten Umsatz- und Gewinnverläufe mit Mittelwert und Standardabweichung den realen Zielwerten gegenübergestellt.

Als abschliessende Beurteilung kann die erreichte Uebereinstimmung von Simulationsergebnissen und realen Werten zwar keineswegs als hervorragend aber doch als so gut bezeichnet werden, dass das Simulationsmodell für die Nachahmung der Unternehmensentwicklung der vorliegenden Unternehmung als brauchbar angesehen werden kann. Die festgestellten grossen Streuungen der Gewinn- und Umsatzwerte dürften weniger in den Modellstrukturen als vielmehr in den verfügbaren Eingabedaten begründet sein.


Mio DM
Umsatz-Verlauf
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
2s
$\bar{U}$
U_o
$\bar{U}_1$
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968


Gewinn-Verlauf
% d.Ums.
40
30
20
10
S
S
$\bar{G}$
G_o
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968

Soweit es mit dieser ersten Ueberprüfung möglich ist, kann für das vorliegende Beispiel die Eignung der Simulationstechnik und die Zweckmässigkeit eines Aufbaues der Modellstrukturen auf empirisch-ökonometrischen Analysen bejaht werden. Sie vermögen unter Berücksichtigung zufälliger Einflüsse die Entwicklung der realen Unternehmung wiederzugeben.

Die nächste, schärfere Ueberprüfung der Modelleignung wäre die Prognose der Unternehmensentwicklung bei Verfolgen bestimmter Strategien. Der vom Modell simulierte Verlauf der Zielwerte müsste dann mit der realen Entwicklung des Unternehmens verglichen werden.

8. Simulation einer Strategie

Die Simulation einer Unternehmensstrategie mit Hilfe des entwickelten Modells soll im folgenden an zwei Beispielen vorgeführt werden. Dabei geht es zunächst nicht so sehr um die Formulierung einer möglichst realistischen Strategie, sondern um den Prüfvorgang für eine Strategie mit Hilfe des Modelles.

8.1. Eingabedaten der Strategien

Es werden zwei verschiedene Strategien untersucht. Die eine bezieht sich auf die Gestaltung des Preises und der Werbeaufwendungen einer Produktgruppe im Planungszeitraum. Die zweite strebt eine Erhöhung der Forschungsaufwendungen an.

Die Preis-Werbung-Strategie sieht für die Produktgruppe 6 vor, die Werbeaufwendungen in jeder Periode gegenüber dem ursprünglichen Wert zu halbieren und gleichzeitig die Preise dieser Produktgruppe um 10 % zu reduzieren. Ihr Ziel soll sein, durch Verminderung der Werbeaufwendungen die Gesamtkosten zu reduzieren und mögliche Absatzverluste aufgrund der geringeren Werbung durch Preissenkung zu kompensieren. Die für diese Strategie eingesetzten Daten sind im Anhang unter Punkt 4.2. wiedergegeben.

Die Forschung-Strategie sieht vor, den Beginn der Forschungstätigkeit, der bisher 1964 einsetzte, auf 1962 vorzulegen und dort mit dem halben Betrag von 1964 zu beginnen. 1963 sollte der Forschungsetat dann auf 100.000 DM verdoppelt werden und 1964 auf 150.000 DM steigen. Für die weiteren Perioden sollten die Aufwendungen gegenüber den alten Werten jeweils um eine Periode vorverlegt werden. Ziel dieser Strategie ist es, durch erhöhten Forschungsaufwand zu einer grösseren Zahl von Produktgruppen und dadurch zu höheren Umsätzen und Gewinnen zu gelangen. Die einzelnen eingesetzten Beträge sind im Anhang unter Punkt 4.2. wiedergegeben.

8.2. Auswertung der Simulationsergebnisse

Die Simulationsergebnisse dieser beiden Strategien sind in Tab. 2 mit Mittelwert, Standardabweichung und den Ergebnissen der Prüfung auf Normalverteilung wiedergegeben worden.

Da sowohl Umsatz- als auch Gewinnwerte als normalverteilt anzusehen sind, kann im folgenden Schritt untersucht werden, inwieweit die erhaltenen Umsatz- und Gewinnwerte in statistisch signifikanter Weise von den Werten des ersten Rechnungsganges abweichen. D.h. inwieweit die betreffende Strategie in signifikanter Weise bessere Umsatz- und Gewinnwerte zu erzielen verspricht. So kann z.B. eine Umsatzerhöhung in der Periode 1966 durch Strategie 2 nur zufälliger Natur sein, der Mittelwert der Stichprobe läge zwar über dem des ersten Simulationsverlaufes, der Unterschied wäre aber nicht signifikant.

Von den verschiedenen möglichen Testverfahren soll hier nur die Untersuchung auf Gleichheit der Streuung und der Mittelwerte durchgeführt werden. D.h. es wird die Hypothese

$$\frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} = 1 \qquad \text{und} \qquad \frac{\bar{x}_1}{\bar{x}_2} = 1$$

getestet. Müssen diese Hypothesen verworfen werden so würde daraus zu folgern sein, dass die betreffende Strategie zu nicht mehr zufälligen Abweichungen in den Zielwerten "Gewinn oder "Umsatz" führen wird. Weicht z.B. der Mittelwert der Umsatzerwartung gegenüber dem Wert des ersten Simulationslaufes nach oben hin signifikant ab, so würde diese Strategie eine Erhöhung des Umsatzes erwarten lassen, die nicht mehr aus zufälligen Schwankungen, sondern aus der verfolgten Strategie resultiert.

Die Prüfung dieser Hypothesen erfolgt mittels folgender Prüfgrössen[1] :

Für die Hypothese 'gleiche Streuungen'

$$\hat{z} = \frac{|s_1 - s_2|}{\sqrt{\frac{s_1^2}{2n_1} + \frac{s_2^2}{2n_2}}}$$

mit dem Schwellenwert z = 1.96 bei zweiseitigem Test und 95 % Sicherheit.

Für die Hypothese 'gleiche Mittelwerte'

$$\hat{t} = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{n_1+n_2}{n_1 \cdot n_2} \cdot \frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}}}$$

mit dem vom Stichprobenumfang abhängigen Schwellenwert $t_{10\%, n_1+n_2-2}$, der für (n_1+n_2)-Werte über 100 etwa 1.66 beträgt.

Die Ergebnisse dieser beiden Tests für die Strategie 1 und Strategie 2 sind in Tab. 2 zusammengestellt worden.

Es zeigt sich, dass für die Strategie 1, die sich auf Werbung und Preisgestaltung der Produktgruppe 6 bezieht, für 1962 signifikant mit einer geringen Umsatzreduktion zu rechnen ist. Für 1967 ergibt sich eine Abweichung sowohl für den Umsatzmittelwert als auch für die Streuung; wie für 1962 ist ebenfalls wieder eine Umsatzreduktion zu erwarten.

Bei der Gewinnerwartung ergibt sich für 1962 und 1963 ein signifikanter Unterschied in der Streuung der Gewinnrate; 1965 ergibt er sich im Mittelwert der Gewinnrate. Es ist mit einem um 2 Prozentpunkte reduzierten Gewinn zu rechnen.

Für Strategie 1 ergibt sich somit in jedem Fall einer signifikanten Abweichung eine Verminderung des Gewinnes oder des Umsatzes, die angestrebte Gewinnerhöhung bei gleichem Umsatz ist mit dieser Strategie also nicht zu erreichen.

---

1) Vgl. Sachs, L., a.a.O., S. 265 f.

Normalent-wicklung	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
$\bar{U}$ (Mio DM)	34.8	40.4	45.1	52.1	54.6	57.7	65.7
s_u (Mio DM)	2.7	3.2	2.6	3.7	6.3	8.8	35.4
n	70	70	58	46	70	70	70
$\bar{G}$ (% d.U.)	15.7	19.4	18.9	23.4	27.0	22.4	25.6
s_g (% d.U.)	5.5	4.4	5.1	4.0	4.8	5.3	17.3
Strategie 1							
$\bar{U}_1$ (Mio DM)	34.1	39.8	45.1	51.7	53.1	51.5	71.4
s_{u1} (Mio DM)	2.6	3.6	2.6	3.7	5.3	6.2	35.4
n_1	70	70	58	46	37	34	58
$\bar{G}_1$ (% d.U.)	14.6	19.8	19.5	21.7	26.2	22.6	25.5
s_{g1} (% d.U.)	4.3	5.8	4.7	4.1	4.2	7.3	15.6
Strategie 2							
$\bar{U}_2$ (Mio DM)	35.4	40.1	45.3	51.8	57.9	69.5	96.9
s_{u2} (Mio DM	2.8	4.0	2.4	2.9	6.6	25.2	40.7
n_2	70	70	58	48	39	61	58
$\bar{G}_2$ (% d.U.)	16.2	19.8	18.1	24.3	26.5	31.9	34.0
s_{g2} (% d.U.)	5.1	5.3	4.9	5.5	9.3	15.3	16.5

Tab. 2

Zur besseren Uebersichtlichkeit wurden diese Ergebnisse in Abb. 11 graphisch dargestellt.

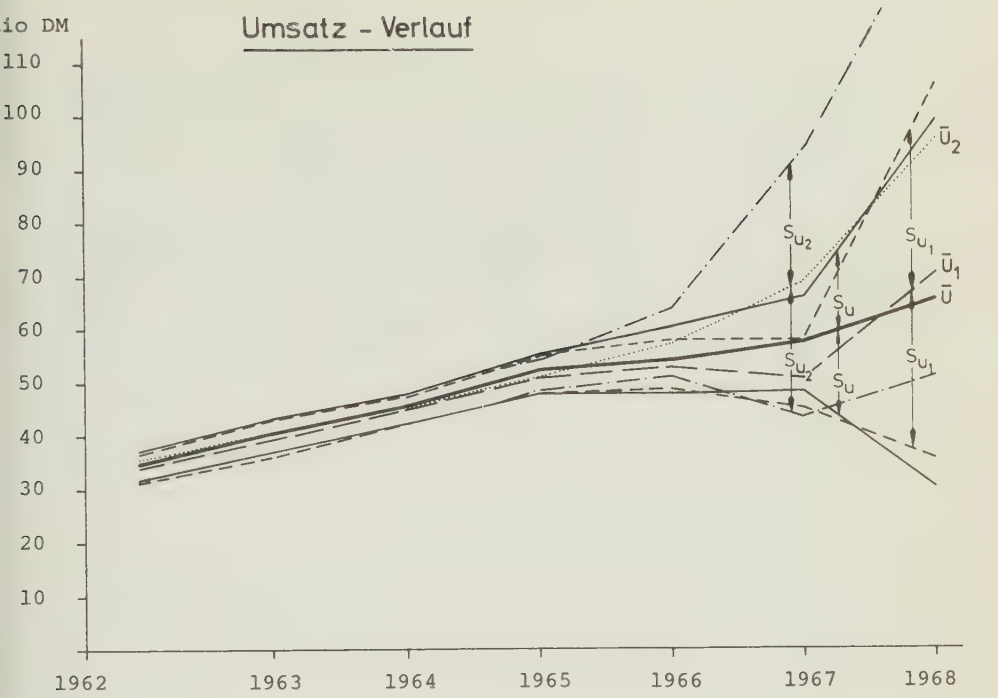
Für die Forschung-Strategie liessen sich erheblich stärkere Abweichungen in den Zielwerten 'Umsatz' und 'Gewinn' feststellen. Umsatzseitig ist vor allem eine signifikante Verschiebung zu grösseren Umsätzen in den Jahren 1966, 1967 und 1968 festzustellen. Die Erhöhung beträgt 7, 20 bzw. 40 %. Eine Verschiebung der Streuungswerte ist dagegen nur für 1967 zu erwarten, d.h. die Strategie 2 lässt eine Erhöhung der Umsätze ohne eine entsprechende Vergrösserung der Streuung um den Mittelwert, also des Risikos, erwarten.

Die Strategie 2 führt auch bei den Gewinnraten zu signifikanten Steigerungen: 1967 und 1968 erhöht sich die mittlere Gewinnrate um 9 bzw. 8 Prozentpunkte. Für die Streuung der Gewinnwerte ergeben sich 1965, 1966 und 1967 signifikante Abweichungen zu höheren Werten, d.h. die möglichen Abweichungen der Gewinnrate vom errechneten Mittelwert werden bei Strategie 2 grösser, das Risiko erhöht sich also.

Für die Jahre 65 und 66 würde das Unternehmen bezüglich der Gewinnrate also zunächst ein höheres Risiko eingehen ohne eine Erhöhung der Gewinnerwartung zu erzielen, erst 67 und 68 wäre bei höherem Risiko auch ein höherer Gewinn-Mittelwert zu erwarten.

Strategie 2 lässt daher bei erhöhtem Risiko eine Verbesserung der Gewinn- und Umsatzziele erwarten, während Strategie 1 nur zu einer Verschlechterung führen dürfte.

Dass diese Prüfung auf signifikante Unterschiede mit einer gewissen Vorsicht gehandhabt werden muss, zeigt das Ergebnis des Mittelwert-Testes für Strategie 2 im Jahre 1962: die Hypothese gleicher Mittelwerte wird abgelehnt, obwohl auf Grund der eingegebenen Daten im Jahre 1962 keinerlei signifikante Veränderung


Umsatz - Verlauf
io DM
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
$\bar{U}_2$
$\bar{U}_1$
$\bar{U}$
S_{U_2}
S_{U_1}
S_U

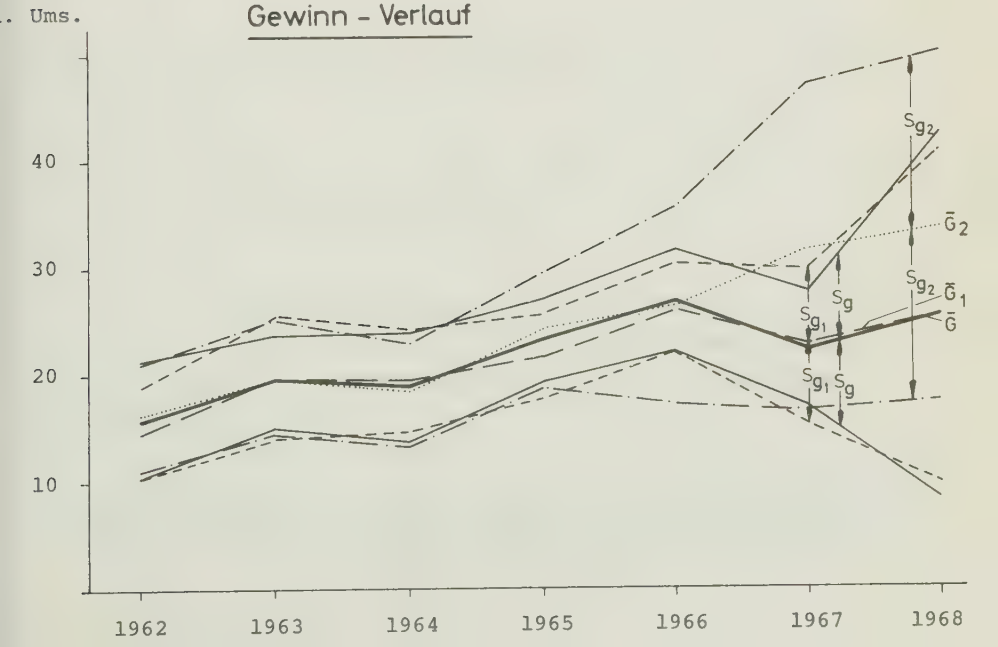

Gewinn - Verlauf
. Ums.
40
30
20
10
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
S_{g_2}
$\bar{G}_2$
$\bar{G}_1$
$\bar{G}$
S_{g_1}
S_g

Abb. 11

des Umsatzwertes auftreten dürfte. Entsprechend der gewählten Irrtumswahrscheinlichkeit ist eine derartige 'Fehlinterpretation' allerdings nur in 10% aller Fälle zu erwarten.

Eine systematische Bewertung aller untersuchten Strategien, wie sie unter Punkt 6.5.3. vorgeschlagen wurde, ist für die hier untersuchten Strategien nicht nötig, da die Vorzüge von Strategie 2 gegenüber der Werbe-Preis-Strategie klar hervortreten[1].

---

1) Da keine Sollwerte für Umsatz und Gewinn im Planungszeitraum vorlagen, müssen die Strategien an der 'Normalentwicklung' des ersten Rechenganges gemessen werden.

9. Zusammenfassung

Die Untersuchung zeigt, dass es möglich ist, trotz ungünstig strukturierter Unternehmensdaten ein funktionsfähiges Simulationsmodell zu formulieren, dessen Strukturen überwiegend auf empirisch-statistischen Zusammenhängen basieren.

Das derart konstruierte Modell ist in der Lage, die Vergangenheitsentwicklung einer realen Unternehmung hinsichtlich der Unternehmensziele 'Umsatz' und 'Gewinn' nachzuahmen. Zudem kann es benutzt werden, um eine Aussage über die Wirkung verschiedener Unternehmensstrategien auf die Unternehmensziele zu erhalten.

In diesem Sinn kann das Verfahren der Simulation und die Benutzung empirisch-ökonometrischer Analysen als geeignet angesehen werden, ein Arbeitsinstrument zu schaffen, das zur Prüfung von Unternehmensstrategien im Rahmen der langfristigen Unternehmensplanung eingesetzt werden kann.

Allerdings darf nicht übersehen werden, dass der für die Konstruktion und Erprobung des Modells erforderliche Arbeitsaufwand beträchtlich ist. Er steigt noch an, wenn die Aussagegenauigkeit des Modelles schrittweise durch Veränderung der einzelnen Parameter und Beziehungsstrukturen erhöht werden soll, denn dazu wird es erforderlich, jede einzelne Aenderung des Modelles und der Eingabedaten gesondert zu testen.

Ist die Erprobungsphase jedoch abgeschlossen, so vermag das Modell ohne grossen Aufwand für eine Vielzahl von Unternehmensstrategien rasch eine Aussage über ihre Wirkung auf die Unternehmensziele zu liefern.

Für das hier vorgelegte Modell sollten in den nächsten Erprobungsschritten vor allem folgende Mängel noch beseitigt werden:

1. Reduktion der Streuung der Zielwerte zum Ende der Planungsperiode hin.
2. Verhinderung bimodaler Verteilungen durch Aufspaltung der vorhandenen Produktgruppen.
3. Berücksichtigung technologischer Veränderungen.
4. Einbau der Mittelwert- und Streuberechnung in das Modell, einschliesslich der Prüfung auf Normalverteilung.

LITERATURVERZEICHNIS

A) Bücher

Abromeit, H.G., Amerikanische Betriebswirtschaft: Die Praxis der Unternehmungen in den USA, Wiesbaden (ohne Jahresangabe).

Ackoff, R.L., Sasieni, M.W., Operations Research, Uebers.: Bliefernich, Stuttgart 1970.

Albach, H., Wirtschaftlichkeitsrechnung bei unsicheren Erwartungen, Beiträge zur betriebswirtschaftlichen Forschung, Bd. 7, Hg.: Gutenberg, E., Hasenack, W., u.a., Köln u. Opladen 1959.

Amedick, W., Die Simulation des unternehmerischen Entscheidungsprozesses, Dissertation Berlin 1968.

Anderson, R.C., Management Strategies, New York-London-Sidney 1965.

Angermann, A., Entscheidungsmodelle, Frankfurt/Main 1963.

Ansoff, H.I., Management Strategien, München 1966.

Beer, S., Decision and Control, London 1966.

ders., Kybernetik und Management, Ausgabe des Fischer Verlages, Hamburg 1969.

Bennis, W., Benne, K.D., Chin, R., The Planning of Change, New York 1961.

Betriebswirtschaftlicher Ausschuss des Verbandes der Chemischen Industrie e.V. (Hg.), Betriebswirtschaftliche Planung unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in der Chemischen Industrie, Wiesbaden 1965.

Bidlingmaier, J., Unternehmerziele und Unternehmerstrategien, Studienreihe Betrieb und Markt, Bd. 8, Wiesbaden 1964.

Bleicher, K., Unternehmungsspiele, Baden Baden 1962.

Bonini, C.P., Simulation of Information and Decision Systems in the Firm, Chicago 1967.

Borch, K.H., Wirtschaftliches Verhalten bei Unsicherheit, Wien-München 1969.

Bormann, W.A., Managementprobleme internationaler Unternehmungen, Wiesbaden 1970.

Brändle, R., Unternehmungswachstum, Wiesbaden 1970.

Brockhoff, K., Forschungsplanung im Unternehmen, Wiesbaden 1969.

ders., Unternehmenswachstum und Sortimentsänderung, Köln u. Opladen 1966.

Brusberg, H., Der Entwicklungsstand der Unternehmensforschung, Wiesbaden 1965.

Burford, R.L., Basic Statistics for Business and Economics, Columbus, Ohio 1970.

Bursk, E.C., Unternehmer-Strategie, Essen 1956.

Butt, R.V., Sales Effort and Marketing Strategy, Hg.: American Management Association, ohne Erscheinungsort 1969.

Cassier, S.C., Wer bestimmt die Geschäftspolitik der Grossunternehmen? Das Verhältnis zwischen Kapitaleigentum und Entscheidungsgewalt, Frankfurt/Main 1962.

Clark, C., Brainstorming, Deutsche Uebersetzung, München 1966.

Churchmann, C.W., Einführung in die Systemanalyse, München 1968.

Cordes, H., Unternehmensforschung und Absatzplanung, Wiesbaden 1968.

Cyert, R.M., March, J.G., A Behavioral Theory of the Firm, Englewood Cliffs, New Jersey 1963.

Demand, K., Probleme der Nachfragebestimmung für dauerhafte Konsumgüter, Dissertation Mannheim 1966.

Denning, B.W., (Hg.), Corporate Long Range Planning, London-Harlow 1969.

Dyckmann, T.R., Smidt, S., McAdams, A.K., Management Decision Making under Uncertainity, London 1969.

Faber, M.M., Stochastisches Programmieren, Würzburg 1970.

Ferschl, F., Zufallsabhängige Wirtschaftsprozesse, Wien-Würzburg 1964.

Fischer, G., Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 8. Aufl., Heidelberg 1961.

Forrester, J.W., Industrial Dynamics, 2. Aufl., Massachusetts 1962.

ders., Statistical Selection of Business Strategies, Homewood, Illinois 1968.

Freudenmann, H., Planung neuer Produkte, Dissertation München 1964.

Giesen, G., Digitale Simulation und Stochastische Entscheidungsprozesse, Dissertation Köln 1967.

Giloi, W., Simulation und Analyse stochastischer Vorgänge, 2. Aufl., München-Wien 1970.

Gollnick, H., Einführung in die Oekonometrie, Stuttgart 1968.

Gordon, G., System Simulation, Englewood Cliffs, New Jersey 1969.

Graf, H., Die kurzfristigen Absatzprognosen als Bestandteil der Planung in der Konsumgüterindustrie, Zürich 1969.

Griem, H., Der Prozess der Unternehmensentscheidung bei unvollkommener Information, Berlin 1968.

Grimm, J., Wachstumsprozesse industrieller Unternehmungen, Betriebswirtschaftliche Studien, Bd. 2, Berlin 1966.

Grosche, K., Das Produktionsprogramm, seine Aenderungen und Ergänzungen, Dissertation Köln 1966.

Gutenberg, E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Bd. I, 13. Aufl., Berlin-Heidelberg-New York 1967.

ders., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Bd. II, 11. Aufl., Berlin-Heidelberg-New York 1968.

Haberlandt, K., Das Wachstum der industriellen Unternehmung, Wirtschaftsführung -Kybernetik -Datenverarbeitung, Bd. 4, Neuwied-Berlin 1970.

Hague, D.C., Managerial Economics, London-Harlow 1969.

Hax, H., Investitionstheorie, Würzburg-Wien 1970.

Heckmann, N., Ein synergistisches Modell des Long-Range-Planning, Dissertation Mainz 1965.

Heider, M., Simulationsmodell zur Risikoanalyse für Investitionsplanung, Dissertation Bonn 1969.

Heinen, E., Das Zielsystem der Unternehmung -Grundlagen betriebswirtschaftlicher Entscheidungen, Wiesbaden 1966.

Heinhold, J., Gaede, K.W., Ingenieur-Statistik, 2. Aufl., München-Wien 1968.

Heubes, J., Sektorale Produktionsfunktionen der deutschen Industrie, Dissertation Bonn 1969.

Higginson, M.V., Management Policies I and II, AMA Research Study 78, New York 1966.

Hill, W., Brevier der Unternehmensfinanzierung, Schriftenreihe Praktische Betriebswirtschaft, Hg.: Institut für Betriebswirtschaft an der Hochschule St. Gallen, Heft 5, Köln u. Opladen 1967.

ders., Ulrich, H., Brevier des Rechnungswesens, Schriftenreihe Praktische Betriebswirtschaft, Hg.: Institut für Betriebswirtschaft an der Hochschule St. Gallen, Köln u. Opladen 1964.

ders., Unternehmungsplanung, Sammlung Poeschel, Betriebswirtschaftliche Studienbücher, Reihe I: Grundlagen, Stuttgart 1966.

Hochstädter, D., Uebe, G., Oekonometrische Methoden, Lecture Notes on Operations Research and Mathematical Systems, Bd. 26, Berlin-Heidelberg-New York 1970.

Horowitz, J., Decision Making and the Theory of the Firm, New York-Chicago-San Francisco-Atlanta-Toronto-London-Sidney 1970.

Hütte, Bd. I, Des Ingenieurs Taschenbuch, Hg.: Akademischer Verein Hütte, 28. Aufl., Berlin 1955.

Humble, J.W., Ziele setzen -Gewinne steigern, München 1967.

Jenuihsen, H.F., Gewinnmaximierung und Rentabilitätsmaximierung als Ziel erwerbswirtschaftlich orientierter Unternehmungen, Köln u. Opladen 1969.

Jones, M.H., The Marketing Process, New York-Evanston-London 1965.

Känel, W., Operations Research und betriebswirtschaftliche Entscheidungen, Dissertation Fribourg, Hamburg 1966.

Keil, G., Externe Einflüsse in der Theorie der Unternehmung, Meisenheim a. Glan 1968.

Kellerer, H., Theorie und Technik des Stichprobenverfahrens, Einzelschriften der Deutschen Statistischen Gesellschaft Nr. 5, 3. Aufl., München 1963.

Kibbee, J.M., Craft, C.J., Nauns, B., Management Games, 2. Aufl., New York-London 1962.

Klein, W., Prognosen nach dem Prinzip der exponentiellen Ausgleichung für nichtsaisonale Zeitreihen in der Absatzwirtschaft bei konstantem und linearem Trend, Dissertation Münster/Westf. 1970.

Koller, H., Simulation und Planspieltechnik, Wiesbaden 1969.

Krauss, W., Operations Research -ein Instrument der Unternehmensführung, München 1970.

Krelle, W., Preistheorie, Tübingen-Zürich 1961.

ders., Produktionstheorie, Tübingen 1969.

Küsters, W., Die Bestimmungsgründe des Wachstums industrieller Unternehmungen, Dissertation Freiburg i. Brsg. 1965.

Lange, O., Einführung in die ökonometrische Kybernetik, Berlin 1968.

Leinfellner, W., Einführung in die Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie, B. I. Hochschultaschenbücher 41/41a, Mannheim 1967.

Lesourne, J., Unternehmensführung und Unternehmensforschung, München-Wien 1964.

Löffelholz, J., Repetitorium der Betriebswirtschaftslehre, Wiesbaden 1967.

Mathieu, J., Schmitz, R.A., Müller-Giebeler, P., Untersuchung über Grundlagen und Anwendbarkeit von Vertriebskosten-Vergleichen, Köln u. Opladen 1962.

Mattessich, R., Simulation of the Firm through a Budget Computer Program, Homewood, Illinois 1964.

McMillan, C., Gonzales, R.F., System Analysis: A Computer Approach to Decision Models, Homewood, Illinois 1965.

Meier, R.C., Newell, W.T., Pazer, H.L., Simulation in Business and Economics, Englewood Cliffs, New Jersey 1969.

Meinhold, W., Grundzüge der allgemeinen Volkswirtschaftslehre, 3. Aufl., München 1963.

Menges, G., Grundmodelle wirtschaftlicher Entscheidungen, Köln u. Opladen 1969.

Menzl , A., Grundlagen der langfristigen Unternehmungsplanung mit Beispielen aus der Kunststoff-Verpackungs-Industrie, Dissertation St. Gallen, Winterthur 1969.

Montgomery, D.B., Urban, G.L., Management Science in Marketing, Englewood Cliffs, New Jersey 1969.

Müller, W., Die Simulation betriebswirtschaftlicher Systeme, Dissertation Köln 1967.

ders., Die Simulation betriebswirtschaftlicher Informationssysteme, Wiesbaden 1969.

Müller-Merbach, H., Operations Research, Berlin-Frankfurt 1969.

Naylor, T.H., Balintfy, J.L., Burdick, D.S., Kong Chu, Computer Simulation Techniques, New York-London-Sidney 1966.

ders., Vernon, J.M., Microeconomics and Decision Models of the Firm, New York-Chicago-San Francisco-Atlanta 1969.

Neumann, T., Der elektronische Analogrechner als Hilfsmittel bei der Lösung betriebswirtschaftlicher Probleme- dargestellt am Beispiel der Optimierungs- und Simulationsprobleme, Dissertation München 1964.

Palda, K.S., The Measurement of Cumulative Advertising Effects, unpubl. Dissertation der Graduate School of Business, Chicago 1962.

Payne, B., The Planning of Company Growth, New York-Toronto-London 1963.

Plüss, E., Absatzplanung und ihre Stellung innerhalb der Unternehmungsplanung, Dissertation St. Gallen 1966.

Popper, K.R., Logik der Forschung, 2. Aufl., Tübingen 1966.

Pressmar, D.B., Die Kosten- Leistungs- Funktion industrieller Produktionsanlagen, Dissertation Hamburg 1968.

Pümpin, C., Langfristige Marketingplanung, Schriftenreihe des Forschungsinstitutes für Absatz und Handel an der Hochschule St. Gallen, Bern-Stuttgart 1968.

Radke, M., Chefbuch der betrieblichen Erfolgskontrolle, 3. Aufl., München 1970.

Richmond, S.B., Operations Research for Management Decisions, New York 1968.

Rigby, P.H., Models in Business Analysis, Columbus, Ohio 1969.

Robinson, P.J., Faris, C.W., Industrial Buying and Creative Marketing, Hg.: Marketing Science Institute, Boston 1967.

Rohn, W., Führungsentscheidungen im Unternehmensplanspiel, Essen 1964.

Sachs, L., Statistische Auswertungsmethoden, Berlin-Heidelberg-New York 1968.

Scherer, F., Planungsmethoden als Instrumente der Unternehmensführung, Dissertation München 1968.

Scheuing, E.E., Unternehmensführung mit Kennzahlen, Baden Baden-Bad Homburg v.d.H. 1967.

Schmalenbach, E., Kostenrechnung und Preispolitik, 8. Aufl., Köln u. Opladen 1956.

Schmid, O., Ueber quantitative Prognosen in der Unternehmung mit ökonometrischen Modellen, Dissertation Zürich 1970.

Schmidt, E., Brevier der Unternehmensplanung, Schriftenreihe Praktische Betriebswirtschaft, Hg.: Institut für Betriebswirtschaft an der Hochschule St. Gallen, Heft 4, Köln u. Opladen 1966.

Schmidt, J.W., Taylor, R.E., Simulation and Analysis of Industrial Systems, Homewood (Illinois)- Georgetown (Ontario) 1970.

Schmidt-Sudhoff, U., Unternehmerische Zielmodelle und die Struktur des Zielsystems - eine Untersuchung zur Theorie des Unternehmerverhaltens, Dissertation Köln 1966.

Schneeweiss, H., Entscheidungskriterien bei Risiko, Berlin-Heidelberg-New York 1966.

Schneider, E., Einführung in die Wirtschaftstheorie, Teil I, 8. Aufl., Tübingen 1960.

ders., Einführung in die Wirtschaftstheorie, Teil II, 6. Aufl., Tübingen 1960.

Schrafl, A.E., Simulation als Mittel zur Entschlussfassung, Dissertation Zürich 1960.

Schwarze, J., Stochastische Ansätze in der Theorie der Unternehmung, Schriften zur wirtschaftswissenschaftlichen Forschung, Bd. 23, Meisenheim a. Glan 1967.

Schweim, J., Integrierte Unternehmungsplanung, Bochumer Beiträge zur Unternehmungsführung und Unternehmungsforschung, Bd. 5, Bielefeld 1969.

Schwietert, A., u.a., Westeuropa 1985, prognos report Nr. 3, Hg.: Prognos AG, Basel 1969.

Scott, B.W., Long Range Planning in American Industry, New York 1965.

Seelbach, H., Planungsmodelle in der Investitionsrechnung, Würzburg-Wien 1967.

Seitz, M., Probleme der betrieblichen Planung bei im Zeitablauf wechselnden Marktverhältnissen, Wiesbaden 1968.

Sevin, C.H., Marketing Productivity Analysis, New York-St. Louis-San Francisco-Toronto-London-Sidney 1965.

Springer, C.H., Herlihy, R.E., Mall, R.T., Beggs, R.I., Probabilistic Models, Homewood, Illinois 1968.

Staehle, W.H., Kennzahlen und Kennzahlensysteme als Mittel der Organisation und Führung von Unternehmen, Wiesbaden 1969.

Stahlknecht, P., Operations Research, Braunschweig 1970.

Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland, Hg.: Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 1969.

Steiner, G.A., Cannon, W.M., Multinational Corporate Planning, New York-London 1966.

ders., Top Management Planning, London 1969.

Stern, M.F., Marketing Planung, 2. Aufl., Berlin 1969.

Störmer, H., Semi-Markoff-Prozesse mit endlich vielen Zuständen, in: Economic Models Estimation and Risk Programming, Hg.: Beckmann, M., Lecture Notes, Bd. 34, Berlin-Heidelberg-New York 1970.

Strasser, H., Zielbildung und Steuerung der Unternehmung, Wiesbaden 1966.

Theiss, H., Zur Bildung und Variation des Zielausmasses der Unternehmung, Dissertation München 1969.

Ulrich, H., Die Unternehmung als produktives soziales System, Bern-Stuttgart 1968.

Videnevetsky, R., Simulation in Research and Development, AMA Management Bulletin, No. 125, ohne Erscheinungsort 1969.

Walter, W.G., The Living Brain, Harmondsworth 1961.

Ward, P.E., The Dynamics of Planning, Oxford-New York-Toronto-Sidney-Braunschweig 1970.

Warren, E.K., Long-Range-Planning: The Executive Viewpoint, Englewood Cliffs, New Jersey 1966.

Wellmer, A., Methodologie als Erkenntnistheorie -Zur Wissenschaftslehre Karl R. Poppers, Frankfurt/Main 1967.

Wheatley, J.J., Measuring Advertising Effectiveness, Homewood, Illinois 1969.

Wolfe, H.D., Business Forecasting Methods, New York-Chicago-San Francisco-Toronto-London 1966.

B) Zeitschriften und Sammelwerke

Adelson, R.M., Linear Forecasting and Scheduling Rules, in: O.R.Q., Vol. 17, No.4, London 1966, S. 447-462.

Agthe, K., Langfristige Unternehmensplanung, in: Unternehmungsplanung, Hg.: Agthe, K., Schnaufer, E., Baden-Baden 1963, S. 47-82.

Albach, H., Zur Theorie des wachsenden Unternehmens, in: Theorien des einzelwirtschaftlichen und des gesamtwirtschaftlichen Wachstums, Hg.: Albach, H., Beckmann, M., u.a., Schriften des Vereins für Socialpolitik (N.F.), Bd. 34, Berlin 1965, S. 9-98.

Allen, R.W., Factors Influencing Market Penetration, in: M.S., Vol. 13, No. 1, Baltimore 1966, S. 22-41.

Bartels, H., Systematisches Güterverzeichnis für den privaten Verbrauch, in: Wirtschaft und Statistik, Textband, Heft 2, Wiesbaden 1962, S. 63-74.

Bass, F.M., A New Product Growth for Model Consumer Durables, in: M.S., Vol. 15, No. 5, Baltimore 1969, S. 215-227.

ders., A Simultaneous Equation Regression Study of Advertising and Sales of Cigarettes, in: J.M.R., Vol. 6, No. 3, Baltimore 1969, S. 291-300.

Berndt, H., Die Kapitalrendite als betriebliche Mess- und Steuergrösse, in: ZfB, 39. Jg., Nr. 7, Wiesbaden 1969, S. 457-466.

Bertram, H., Ditzler, K., Scheven, G., Absatzplanung in der Nähmaschinenindustrie, in: Absatzplanung in der Praxis, Hg.: Gutenberg, E., Wiesbaden 1962, S. 9-32.

Bird, M., Intentions-to-Buy and Claimed Brand Usage, in: O.R.Q., Vol. 17, No. 1, London 1966, S. 27-46.

Blohm, H., Gewinnplanung, in: Unternehmungsplanung, Hg.: Aghte, K., Schnaufer, E., Baden Baden 1963, S. 411-434.

Brenner, J.L., D'Esopo, D.A., Fowler, A.G., Difference Equations in Forecasting Formulas, in: M.S., Vol. 15, No. 3, Baltimore 1968, S. 141-159.

Brinkmann, U., Ladewig, P.G., Planung und Planrevision als Mittel elastischer Absatzpolitik, in: Absatzplanung in der Praxis, Hg.: Gutenberg, E., Wiesbaden 1962, S. 33-54.

Burgers, J.M., Reflections on Order, Organization and Purpose in Nature, in: Prospects for Simulation and Simulators of Dynamic Systems, Hg.: Shapiro, G., Rogers, M., New York-London 1967, S. 71-80.

Coenenberg, A.G., Entscheidungskriterien im Gewinnschwellenkalkül, in: Betriebswirtschaftliche Information, Entscheidung und Kontrolle, Hg.: Busse von Colbe, W., Sieben, G., Wiesbaden 1969, S. 171-194.

Cohen, G.D., A Note on Exponential Smoothing and Autocorrelated Inputs, in: O.R., Vol. 10, No. 3, Baltimore 1962, S. 361-367.

Contini, B., A Stochastic Approach to Goal Programming, in: O.R., Vol. 16, No. 3, Baltimore 1968, S. 576-586.

Couts, D., Grether, D., Nerlove, M., Forecasting Non-Stationary Economic Time Series, in: M.S., Vol. 13, No. 1, Baltimore 1966, S. 1-21.

Day, R.H., A Micoreconomic Model of Business Growth, Decay and Cycles, in: Unternehmensforschung, Bd. 11, Heft 1, Würzburg 1967, S. 1-20.

De Claris, N., Simulation of Linear Time- Varying Systems, in: Prospects for Simulation and Simulators of Dynamic Systems, Hg.: Shapiro, G., Rogers, M., New York-London 1967, S. 131-148.

Edin, R., Uebergangsfunktionen in betriebswirtschaftlichen Systemen, in: ZfB, 39. Jg., Heft 9, Wiesbaden 1969, S. 569-594.

ders., Schmitt, H.J., Verweilzeitverteilung und Prognose, in: ZfbF, 21. Jg., N.F., Heft 7, Köln u. Opladen 1969, S. 484-506.

Elmaghraby, S.E., An Approach to Linear Programming under Uncertainity, in: Programming for Optimal Decisions, Hg.: Moore, P.G., Hodges, S.D., Harmondsworth 1970, S. 289-301.

Emshoff, J.R., Mercer, A., A Marketing Model for Sales to Consumers, in: O.R.Q., Vol. 18, No. 3, London 1967, S. 257-265.

Engels, W., Unsicherheit, Konsumverhalten und Investitionsverhalten, in: Entscheidung bei unsicheren Erwartungen, Hg.: Hax, H., Köln u. Opladen 1970, S. 27-52.

Fishburn, P.C., Methods of Estimating Additive Utilities, in: M.S., Vol. 13, No. 7, Baltimore 1967, S. 435-453.

ders., Utility Theory, in: M.S., Vol. 14, No. 5, Baltimore 1968, S. 335-378.

Fishman, G.S., Kiviat, P.J., The Analysis of Simulation-Generated Time Series, in: M.S., Vol. 13, No. 7, Baltimore 1967, S. 525-557.

Fromm, N., Die Planung des Absatzes für ein neues Erzeugnis der Stahlindustrie unter besonderer Berücksichtigung der Werbeplanung, in: Absatzplanung in der Praxis, Hg.: Gutenberg, E., Wiesbaden 1962, S. 55-82.

Gafarian, A.V., Aucker C.J., Mean Value Estimation from Digital Computer Simulation, in: O.R., Vol. 14, No. 1, Baltimore 1966, S. 25-44.

Galliher, H.P., Simulation of Random Processes, in: Notes on Operations Research, Hg.: Operations Research Center MIT, Massachusetts 1962, S. 231-250.

Gensch, D.H., Computer Simulation for Selecting Advertising Schedules, in: J.M.R., Vol. 6, No. 2, Baltimore 1969, S. 203-214.

Gerfin, H., Neuere Tendenzen in der Praxis der langfristigen Vorausschau, in: ZfB, 38. Jg., 2. Ergänzungsheft, Wiesbaden 1968, S. 35-38.

Gerth, E., Die Probleme der Erfolgskontrolle der Werbung für Konsumgüter in absatzpolitischer Sicht, in: ZfbF, 20. Jg., N.F., Köln u. Opladen 1968, S. 275-290.

Grassmann, W., Prognosestudien bei der Swissair, in: Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik, 102. Jg., Heft 3/4, Bonn 1966, S. 436-448.

Grochla, E., Modelle als Instrument der Unternehmensführung, in: ZfbF, 21. Jg., N.F., Heft 6, Köln u. Opladen 1969, S. 382-395.

ders., Wesen, Objekt und Vollzug der Unternehmungsplanung, in: Unternehmensplanung als Instrument der Unternehmensführung, Schriftenreihe der Arbeitsgemeinschaft Planungsrechnung, Bd. 9, Wiesbaden 1965, S. 15-23.

Gold, B., Economic Effects of Technological Innovations, in: M.S., Vol. 11, No. 1, Baltimore 1964, S. 105-134.

Gupta, S.K., Krishnan, K.S., Differential Equation Approach to Marketing, in: O.R., Vol. 15, No. 6, Baltimore 1967, S. 1030-1039.

dies., Mathematical Models in Marketing, in: O.R., Vol. 15, No. 6, Baltimore 1967, S. 1040-1050.

Gutenberg, E., Die Absatzplanung als Mittel der Unternehmungspolitik, in: Absatzplanung in der Praxis, Hg.: Gutenberg, E., Wiesbaden 1962, S. 285-320.

Hammann, P., Entscheidungsmodelle in der betriebswirtschaftlichen Theorie, in: ZfbF, 21. Jg., N.F., Heft 7, Köln u. Opladen 1969, S. 457-467.

Hauptmann, J., Die Absatzwege als Bestandteil der Absatzplanung, in: Absatzplanung in der Praxis, Hg.: Gutenberg, E., Wiesbaden 1962, S. 83-114.

Hausschildt, J., Zur Artikulation von Unternehmenszielen, in: ZfbF, 22. Jg., N.F., Heft 8/9, Köln u. Opladen 1970, S. 545-559.

Hirte, K., Wie kann durch Werbung und sonstige aktive Marketing-Verkaufsanstrenungen der Wirkung einer Rezession begegnet werden?, in: Schriften zur Unternehmensführung- Unternehmenspolitik bei schwankender Konjunktur, Bd. 1, Hg.: Jacob, H., Wiesbaden 1967, S. 75-98.

van Horn, R., Validation, in: The Design of Computer Simulation Experiments, Hg.: Naylor, T.H., Durham, N.C., North Carolina 1969, S. 232-251.

Hosterbach, E., Die Ableitung der Mindestrendite für Investitionen aus der Zielvorstellung des Unternehmers, in: ZfB, 39. Jg., Nr. 10, Wiesbaden 1969, S. 665-673.

Howrey, P., Kelejian, H.H., Simulation Versus Analytical Solutions, in: The Design of Computer Simulation Experiments, Hg.: Naylor, T.H., Durham, N.C., North Carolina 1969, S. 207-231.

Hughes, G.D., Developing Marketing Strategy through Multiple Regression, in: J.M.R., Vol. 3, No. 4, Baltimore 1966, S. 412-415.

Hunter, J.S., Naylor, T.H., The Experimental Design, in: The Design of Computer Simulation Experiments, Hg.: Naylor, T.H., Durham, N.C., North Carolina 1969, S. 39-58.

Ihde, G.B., Dynamische Analysen und unternehmerische Entscheidungen bei Unsicherheit, in: Entscheidung bei unsicheren Erwartungen, Hg.: Hax, H., Köln u. Opladen 1970, S. 53-68.

Jacob, H., Preis- und Produktionsprogramm als Mittel betrieblicher Konjunkturpolitik, in: Aktive Konjunkturpolitik der Unternehmung, Schriften zur Unternehmensführung, Bd. 2, Hg.: Jacob, H., Wiesbaden 1968, S. 37-63.

Jaensch, G., Korndörfer, W., Ansätze zur Theorie des optimalen Werbebudgets, in: ZfB, 37. Jg., Heft 7, Wiesbaden 1967, S. 437-458.

Jensen, E.L., Extensions of AMOROSO-ROBINSON'S FORMULA, in: M.S., Vol. 13, No. 9, Baltimore 1967, S. 712-722.

Jirasek, J., Marketing, in: Schriftenreihe No. 6 des RKW-Handbuch der Rationalisierung, Heidelberg 1966, S. 1-20.

John, E., Rechenauer, O.S., Absatzplanung, in: Schriftenreihe No. 6 des RKW, Handbuch der Rationalisierung, Heidelberg 1966, S. 29-60.

Käfer, K., Substanz und Ertrag bei der Unternehmensbewertung, in: Betriebswirtschaftliche Information, Entscheidung und Kontrolle, Hg.: Busse von Colbe, W., Sieben, G., Wiesbaden 1969, S. 295-358.

Katzner, D.W., Klein, L.R., On the Possibility of the General Linear Economic Model, in: Economic Models Estimation and Risk Programming, Hg., Beckmann, M., Künzi, H.P., Lecture Notes, Bd. 15, Berlin-Heidelberg-New York 1970, S. 342-364.

Keüssen, G., Hessehaus, K., Saison- und Absatzplanung in der Teppichweberei, in: Absatzplanung in der Praxis, Hg.: Gutenberg, E., Wiesbaden 1962, S. 141-168.

Kieser, A., Ein Simulationsmodell des Unternehmungswachstums, in: ZfbF, 22. Jg., Heft 2, Köln u. Opladen 1970, S. 87-107.

Kneschaurek, F., Umweltprognosen und Unternehmungsplanung, in: Grundprobleme der Unternehmungsplanung, Betriebswirtschaftliche Mitteilungen, Heft 41, Hg.: Institut für Betriebswirtschaft an der Hochschule St. Gallen, Bern 1968, S. 39-69.

Koller, H., Simulation als Methode in der Betriebswirtschaft, in: ZfB, 36. Jg., Heft 2, Wiesbaden 1966, S. 95-110.

Kong Chu, Naylor, T.H., A Dynamic Model of the Firm, in: M.S., Vol. 11, No. 7, Baltimore 1965, S. 736-750.

Koopmanns, T.C., Objective Constraints and Outcomes in Optimal Growth Models, in: Economic Models Estimation and Risk Programming, Hg.: Beckmann, M., Künzi, H.P., Lecture Notes, Bd. 15, Berlin-Heidelberg-New York 1970, S. 110-130.

Kornmann, U., Absatzplanung eines Versandhauses, in: Absatzplanung in der Praxis, Hg.: Gutenberg, E., Wiesbaden 1962, S. 169-206.

von Kortzfleisch, G., Heuristische dynamische Verfahren für geschäftspolitische Entscheidungen bei unsicheren Erwartungen und veränderlichen Zielsetzungen, in: Entscheidung bei unsicheren Erwartungen, Hg.: Hax, H., Köln u. Opladen 1970, S. 203-217.

Kotler, P., Competitive Strategies for New Product Marketing over the Life Cycle, in: M.S., Vol. 12, No. 4, Baltimore 1965, S. B-104-B-119.

Langen, H., Preis- und konditionspolitische Massnahmen in der Rezession, in: Unternehmenspolitik bei schwankender Konjunktur, Schriften zur Unternehmensführung, Bd. 1, Hg.: Jacob, H., Wiesbaden, 1967, S. 43-60.

Lindemann, P., Betriebswirtschaftliche Funktionsmodelle, in: Fortschritt der Kybernetik, Hg.: Kroebel, W., München-Wien 1967, S. 431-444.

Lipfert, H., Der Einfluss einer Rezession auf die Finanzierung der Unternehmung, in: Unternehmenspolitik bei schwankender Konjunktur, Schriften zur Unternehmensführung, Bd. 1, Hg.: Jacob, H., Wiesbaden 1967, S. 9-42.

Luckau, E., Dynamische Gewinnkonzeption und Unternehmungswachstum, in: Betriebswirtschaftliche Information, Entscheidung und Kontrolle, Hg.: Busse von Colbe, W., Sieben, G., Wiesbaden 1969, S. 195-210.

Lücke, W., Der Einfluss der Rezession auf die Höhe der Produktionskosten in der Unternehmung, in: Aktive Konjunkturpolitik der Unternehmensführung, Bd. 2, Hg.: Jacob, H., Wiesbaden, 1968, S. 65-79.

Magee, J.F., How to Use Decision Trees in Capital Investment, Reprinted from Harvard Business Review, Sept./Okt., Harvard 1964, S. 157-174.

Massy, W.F., Webster jr., F.E., Model Building in Marketing Research, in: J.M.R., Vol. 1, No. 2, Baltimore 1964, S. 9-13.

Matt, G., Bestimmung statistisch gesicherter Koeffizienten bei der exponentiellen Ausgleichung, in: Unternehmensforschung, Bd. 10, Heft 1, Würzburg 1966, S. 15-31.

Mercer, A., Applications of Operational Research in Marketing, in: O.R.Q., Vol. 17, No. 3, London 1966, S. 235-252.

Mills, E.S., A Study of Optimum Assembly Runs, in: O.R., Vol. 9, No. 1, Baltimore 1961, S. 30-38.

Möhl, H., Simulieren ohne zu spinnen, in: Die Absatzwirtschaft, Heft 24, Düsseldorf 1968, S. 7-11.

Naylor, T.H., Burdick, D.S., Sasser, W.E., Computer Simulation Experiments with Economic Systems: The Problem of Experimental Design, in: Journal of the American Statistical Association, LXII (1967), S. 1315-1337.

dies., The Design of Computer Simulation Experiments, in: The Design of Computer Simulation Experiments, Hg.: Naylor, T.H., Durham, N.C., North Carolina 1969, S. 3-35.

Offermann, N., Prognosen sind keine Hellseherei, in: Die Absatzwirtschaft, Heft 10, Düsseldorf 1968, S. 28-35.

Ortlieb, H.D., Schmahl, H.J., Prognosen der wirtschaftlichen Entwicklung als Entscheidungshilfe für die Unternehmung, in: Aktive Konjunkturpolitik der Unternehmung, Schriften zur Unternehmensführung, Bd. 2, Hg.: Jacob, H., Wiesbaden 1968, S. 13-36.

Osborne, M.F.M., Periodic Structure in the Brownian Motion of Stock Prices, in: O.R., Vol. 10, No. 3, Baltimore 1962, S. 344-379.

Piesch, W., Ueber einige Modelle der Absatzplanung, in: Unternehmensforschung- Operations Research, Bd. 3, Heft 2, Würzburg 1959, S. 51-69.

Quandt, R.E., Estimating the Effectiveness of Advertising - Some Pitfalls in Econometric Methods, in: J.M.R., Vol. 1, No. 2, Baltimore 1964, S. 51-60.

Reisman, A., Buffa, E.S., A General Model for Production and Operations Systems, in: M.S., Vol. 11, No. 1, Baltimore 1964, S. 64-79.

Roberts, E.B., Abrams, D.J., Weil, H.B., A System Study of Policy Formulation in a Vertically Integrated Firm, in: M.S., Vol. 14, No. 12, Baltimore 1968, S. B-674 - B-704.

Rosenhead, J.V., Experimental Simulation of a Social System, in: O.R.Q., Vol. 19, No. 3, London 1968, S. 289-298.

Salomon, M., Brown, R.V., Application of Econometrics to Commercial Forecasting Problems, in: O.R.Q., Vol. 15, No. 3, London 1964, S. 239-247.

Scheuing, E.E., The Product Life Cycle as an Aid in Strategy Decisions, in: Management International Review, Vol. 9, Heft 4/5, Wiesbaden 1969, S. 111-124.

Schmidt, W.P., Der Absatzplan als vertriebspolitisches Instrument, in: Absatzplanung in der Praxis, Hg.: Gutenberg, E., Wiesbaden 1962, S. 233-266.

Schneeweiss, H., Monte-Carlo-Methoden, in: Beiträge zur Unternehmensforschung, Hg.: Menges, G., Würzburg-Wien 1969, S. 129-152.

Schuhmann, W., Integriertes Rechenmodell zur Planung und Analyse des Betriebserfolges, in: Betriebswirtschaftliche Information, Entscheidung und Kontrolle, Hg.: Busse von Colbe, W., Sieben, G., Wiesbaden 1969, S. 31-70.

Schussel, G., Job-Shop Lot Release Sizes, in: M.S., Vol. 14, No. 8, Baltimore 1968, S. B-449 - B-472.

Sellien, R. u. H., (Hg.), Operations Research, in: Dr. Gablers Wirtschaftslexikon, 7. Aufl., Bd. 2, Wiesbaden 1967, Sp. 445-446.

Shakun, M.F., A Dynamical Model for Competitive Marketing in Coupled Markets, in: M.S., Vol. 12, No. 12, Baltimore 1966, S. B-525 - B-529.

Smith, H., Regression Analysis and Analysis of Variance, in: The Design of Computer Simulation Experiments, Hg.: Naylor, T.H., Durham, N.C., 1969, S. 123-131.

Symonds, G.H., A Study of Consumers Behavior by Use of Competitive Business Games, in: M.S., Vol. 14, No. 7, Baltimore 1968, S. 473-485.

Thompson, H.E., Sales Forecasting Errors and Inventory Fluctuations: Random Errors and Random Sales, in: M.S., Vol. 12, No. 5, Baltimore 1965, S. 448-456.

ders., Beranek, W., The Efficient Use of an Imperfect Forecast, in: M.S., Vol. 13, No. 3, Baltimore 1966, S. 233-243.

Thompson jr., W.W., McNeal, J.U., Sales Planning and Control Using Absorbing Markov Chains, in: J.M.R., Vol. 4, No. 1, Baltimore 1967, S. 62-66.

Tinbergen, J., The Theory of the Optimum Regime, in: Economic Models Estimation and Risk Programming, Hg.: Beckmann, M., Künzi, H.P., Lecture Notes, Bd. 15, Berlin-Heidelberg-New York 1970, S. 133-189.

Trechsel, F., Einführung in die Unternehmensplanung, in: Grundprobleme der Unternehmungsplanung, Betriebswirtschaftliche Mitteilungen, Heft 41, Hg.: Institut für Betriebswirtschaft an der Hochschule St. Gallen, Bern 1968, S. 5-22.

Ulan, S.M., On General Formulation of Simulation and Model Construction, in: Prospects for Simulation and Simulators of Dynamic Systems, Hg.: Shapiro, G., Rogers, M., New York-London 1967, S. 3-8.

Ulrich, H., Die Organisation der Planung, in: Grundprobleme der Unternehmungsplanung, Betriebswirtschaftliche Mitteilungen, Heft 4, Hg.: Institut für Betriebswirtschaft an der Hochschule St. Gallen, Bern 1968, S. 23-38.

ders., Langfristige Absatzplanung in der eisenschaffenden Industrie, in: Absatzplanung in der Praxis, Hg.: Gutenberg, E., Wiesbaden 1962, S. 267-284.

Urban, G.L., A Mathematical Modeling Approach to Product Line Decisions, in: J.M.R., Vol. 6, No. 1, Baltimore 1969, S. 40-47.

Van Horne, J.C., The Analysis of Uncertainity Resolution in Capital Budgeting for New Products, in: M.S., Vol. 15, No. 8, Baltimore 1969, S. B-376 - B-386.

Walsh, J.E., Use of Linearized Nonlinear Regression for Simulations Involving Monte Carlo, in: O.R., Vol. 10, No. 2, Baltimore 1962, S. 228-235.

Watts, D., Time Series Analysis, in: The Design of Computer Simulation Experiments, Hg.: Naylor, T.H., Durham, N.C., 1969, S. 165-179.

Webb, M.H.J., Advertising Response Functions and Media Planning, in: O.R.Q., Vol. 19, No. 1, London 1968, S. 43-59.

Weinlig, P., Unternehmerische Entscheidungen, Personalpolitik in der Rezession, in: Aktive Konjunkturpolitik der Unternehmung, Schriften zur Unternehmensführung, Bd. 2, Hg.: Jacob, H., Wiesbaden 1968, S. 103-114.

Weiss, D.L., Determinants of Market Share, in: J.M.R., Vol. 5, No. 3, Baltimore 1968, S. 290-295.

Weitzmann, M., On Choosing an Optimal Technology, in: M.S., Vol. 13, No. 5, Baltimore 1967, S. 413-428.

Wittmann, W., Ueberlegungen zu einer Theorie des Unternehmungswachstums, in: Zeitschrift für handelswissenschaftliche Forschung, N.F., 13. Jg., Köln u. Opladen 1961, S. 493-519.

Wold, H.O., A Key Problem in the Evolution of Econometrics, in: Economic Models Estimation and Risk Programming, Hg.: Beckmann, M., Künzi, H.P., Lecture Notes, Bd. 15, Berlin-Heidelberg-New York 1970, S. 325-341.

C) Sonstige Quellen

European Society for Opinion Surveys and Market Research, Seminar on Measuring Advertising Effectiveness, München 1.-3. April 1965.

Hill, W., Beitrag zu einer modernen Konzeption der Unternehmungsleitung, in: Separatdruck der Mitteilungen der List-Gesellschaft, Fasc. 6, Nr. 11, ohne Erscheinungsort und -jahr.

ders., Die Strategienplanung im Rahmen der langfristigen Unternehmensplanung, Referat, gehalten auf dem 1. Erfahrungsaustausch für langfristige Unternehmungsplanung der Prognos AG, Basel 1968.

Koller, H., Simulation, Broschüre der IBM Fachbibliothek, IBM Form 81572, ohne Erscheinungsort 1969.

A N H A N G

1. Errechnung der Regressionsparameter

1.1. Parameter der mehrdimensionalen, linearen Regression

Die Berechnung der Parameter der mehrdimensionalen, linearen Regression, die analog auch für eine eindimensionale, lineare Regression der Form

$$y = a + b.x$$

gilt, erfolgt nach dem 'Maximum-Likelihood'-Verfahren, sofern die folgenden Voraussetzungen in etwa erfüllt sind:[1)]

1. die stochastischen Eigenschaften der Störvariablen sind vollständig bekannt durch ihre Verteilungsdichte
2. die Störvariablen sind identisch normalverteilt.

D.h. es muss gewährleistet sein, dass die realen Werte, z.B. des Marktvolumens, in der betrachteten Zeitspanne um den errechneten Trend zufällig streuen, also einigermassen gleichgewichtig nach beiden Seiten vom Trend abweichen. Die Art der Abweichung muss einer $(0,\sigma)$-Normalverteilung entsprechen, wobei dieselbe Normalverteilung für die Abweichungen in jeder Periode gilt. Wäre eine Systematik in den Trendabweichungen zu erkennen, so würde zu vermuten sein, dass sich darin eine noch nicht erfasste Kausalitätsbeziehung ausdrückt, die durch eine stochastische Störgrösse nicht korrekt wiedergegeben werden kann.

Sofern diese Voraussetzungen für das Störglied erfüllt sind, was im allgemeinen unterstellt werden kann, ist die Bestimmung der allgemeinen Regressionsfunktion [2)], die speziell zur Bestimmung der Exponenten A1, A2, A3 und A4 benutzt wurde (sie

---

1) Punkt 2 gilt für das vereinfachte M-L-Verfahren: vgl. Hochstädter, D., Uebe, G., a.a.O., S. 54.

2) die allgemeine Formulierung wurde auf die maximal benötigten vier unabhängigen Variablen erweitert.

bestimmen in Gl. 35 die Beziehung zwischen dem Markanteil der Produktgruppe und den absatzpolitischen Aktivitäten des Unternehmens und der Branche) wie folgt möglich:

$$y = a_o + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + a_3 \cdot x_3 + a_4 \cdot x_4$$

Diese Regressionsfunktion entstand im erwähnten Fall aus der Logarithmierung der Beziehung

$$MAT(i,j) = RPT(i,j)^{A1} \cdot RAT(i,j)^{A2} \cdot RDT(i,j)^{A3} \cdot RQT(i,j)^{A4}$$

zu

$$\ln(MAT(i,j)) = AO + A1 \cdot \ln(RPT(i,j)) + A2 \cdot \ln(RAT(i,j)) + A3 \cdot \ln(RDT(i,j)) + A4 \cdot \ln(RQT(i,j))$$

Die Parameter errechnen sich hierfür wie folgt:[1)]

$$c_{11} \cdot a_1 + c_{12} \cdot a_2 + c_{13} \cdot a_3 + c_{14} \cdot a_4 = b_1$$

$$c_{21} \cdot a_1 + c_{22} \cdot a_2 + c_{23} \cdot a_3 + c_{24} \cdot a_4 = b_2$$

$$c_{31} \cdot a_1 + c_{32} \cdot a_2 + c_{33} \cdot a_3 + c_{34} \cdot a_4 = b_3$$

$$c_{41} \cdot a_1 + c_{42} \cdot a_2 + c_{43} \cdot a_3 + c_{44} \cdot a_4 = b_4$$

mit

$$c_{\varsigma,\lambda} = \sum_{k=1}^{M} m_k (x_{k,\varsigma} - \bar{x}_\varsigma) \cdot (x_{k,\lambda} - \bar{x}_\lambda) = c_{\lambda,\varsigma}$$

$$b_\lambda = \sum_{k=1}^{M} m_k (x_{k,\lambda} - \bar{x}_\lambda) \cdot \bar{y}_k$$

$$\bar{x}_\lambda = \frac{\sum_{k=1}^{M} m_k \cdot x_{k,\lambda}}{\sum_{k=1}^{M} m_k} \qquad \bar{y}_k = \frac{1}{m_k} \sum_{\varsigma=1}^{m_k} y_{k,\varsigma}$$

m_k - Zahl der Werte an der Messstelle x_k

---

1) vgl. Heinhold, J., Gaede, K.-H., a.a.O., S. 248 ff.

$$a_o = \frac{\sum_{k=1}^{M} m_k \cdot \bar{y}_k}{\sum_{k=1}^{M} m_k} - \sum_{i=1}^{4} a_i \cdot \bar{x}_i$$

Als Maximum-Likelihood-Schätzwert für σ^2 ergibt sich:

$$s^2 = \frac{1}{\sum_{k=1}^{M} m_k} \cdot \sum_{k=1}^{M} \cdot \sum_{j=1}^{m_k} (y_{k,j} - y_k^+)^2$$

y+ - Wert der Regressionsgeraden

1.2. Parameter der linearen Trendextrapolation

Gelten die Voraussetzungen für eine Anwendung des Maximum-Likelihood-Verfahrens nicht, so kann im allgemeinen die Methode der kleinsten Quadrate angewandt werden, die wesentlich schwächere Annahmen über die Verteilung des Störgliedes erfordert.[1)]

Die Parameter der Funktion

$$y = a + b.x$$

werden dazu wie folgt berechnet:[2)]

$$b = \frac{M. \sum_{k=1}^{M} x_k \cdot y_k - \sum_{k=1}^{M} x_k \cdot \sum_{k=1}^{M} y_k}{M. \sum_{k=1}^{M} x_k^2 - \left(\sum_{k=1}^{M} x_k \right)^2}$$

$$a = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^{M} y_k - \frac{b}{M} \cdot \sum_{k=1}^{M} x_k$$

---

1) vgl. Hochstädter, D., Uebe, G., a.a.O., S. 25.
2) vgl. Ebd., S. 25f.

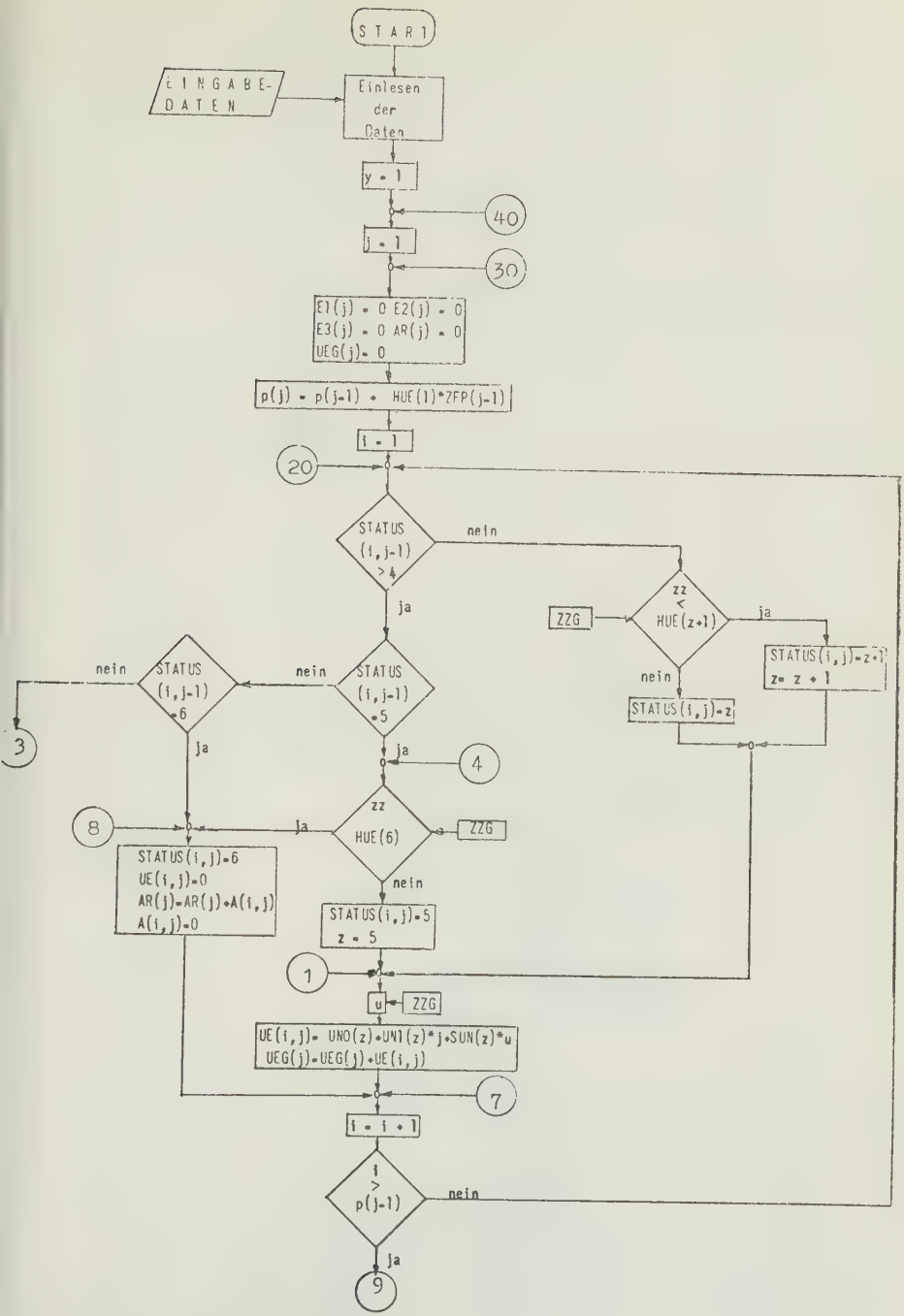
Ein Schätzwert für die Streuung um diesen Trend ergibt sich unter Annahme einer $(0,\sigma)$-Normalverteilung aus dem Maximum-Likelihood-Schätzwert für $m_k = 1$ [1)]

2. Flussdiagramm des Grundmodelles

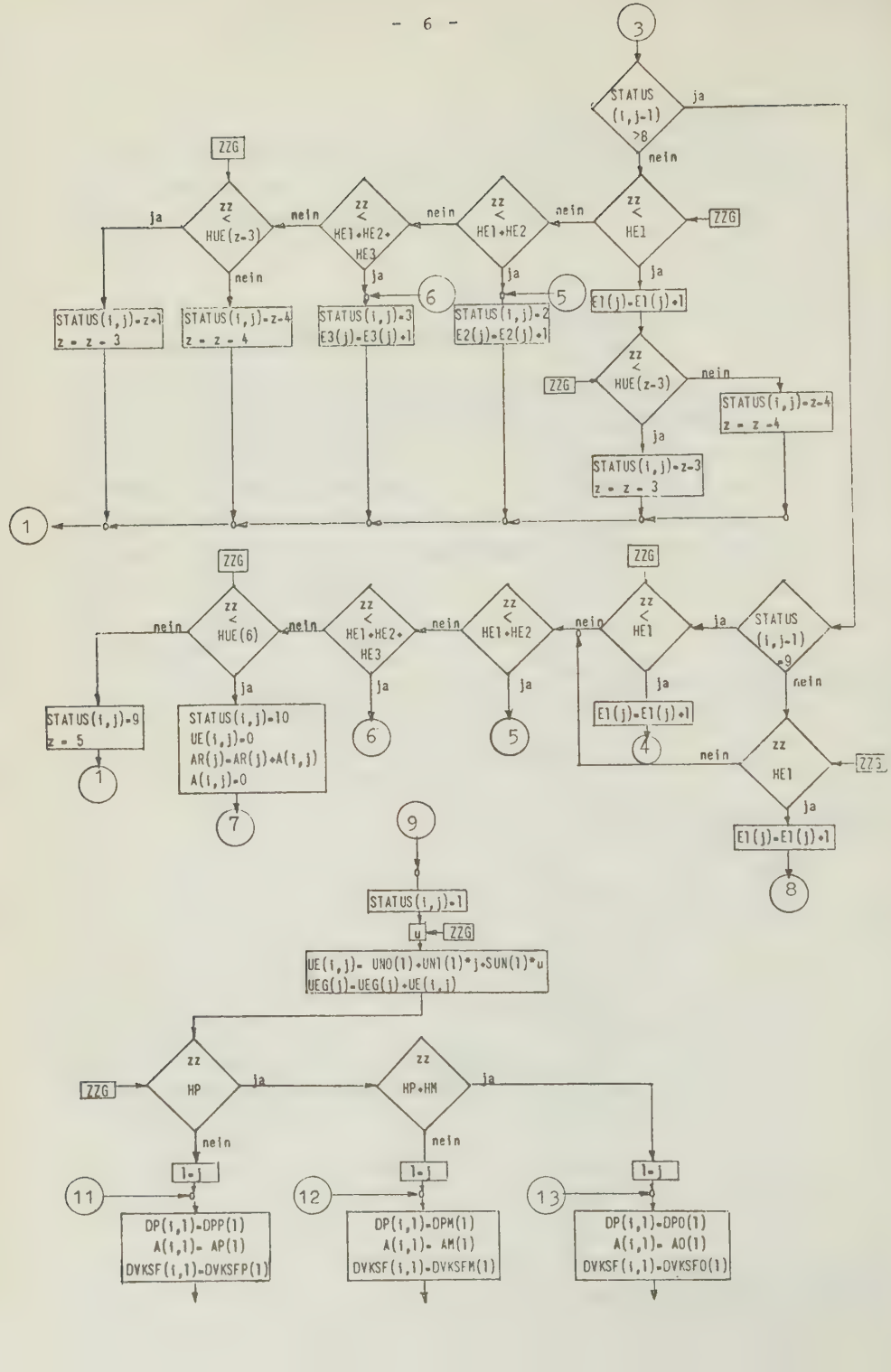
Das Flussdiagramm des Grundmodelles gibt den Ablauf der Rechnung im EDV-Programm wieder (vgl. Punkt 4 des Anhangs), ohne allerdings immer genau den programmiertechnisch erforderlichen Abläufen zu entsprechen.[2)] Zur Erläuterung der benutzten Abkürzungen für die Parameter und Variablen sei auf Punkt 3 des Anhangs verwiesen. Die Elemente der graphischen Darstellung entsprechen der von Grochla[3)] gewählten Form.

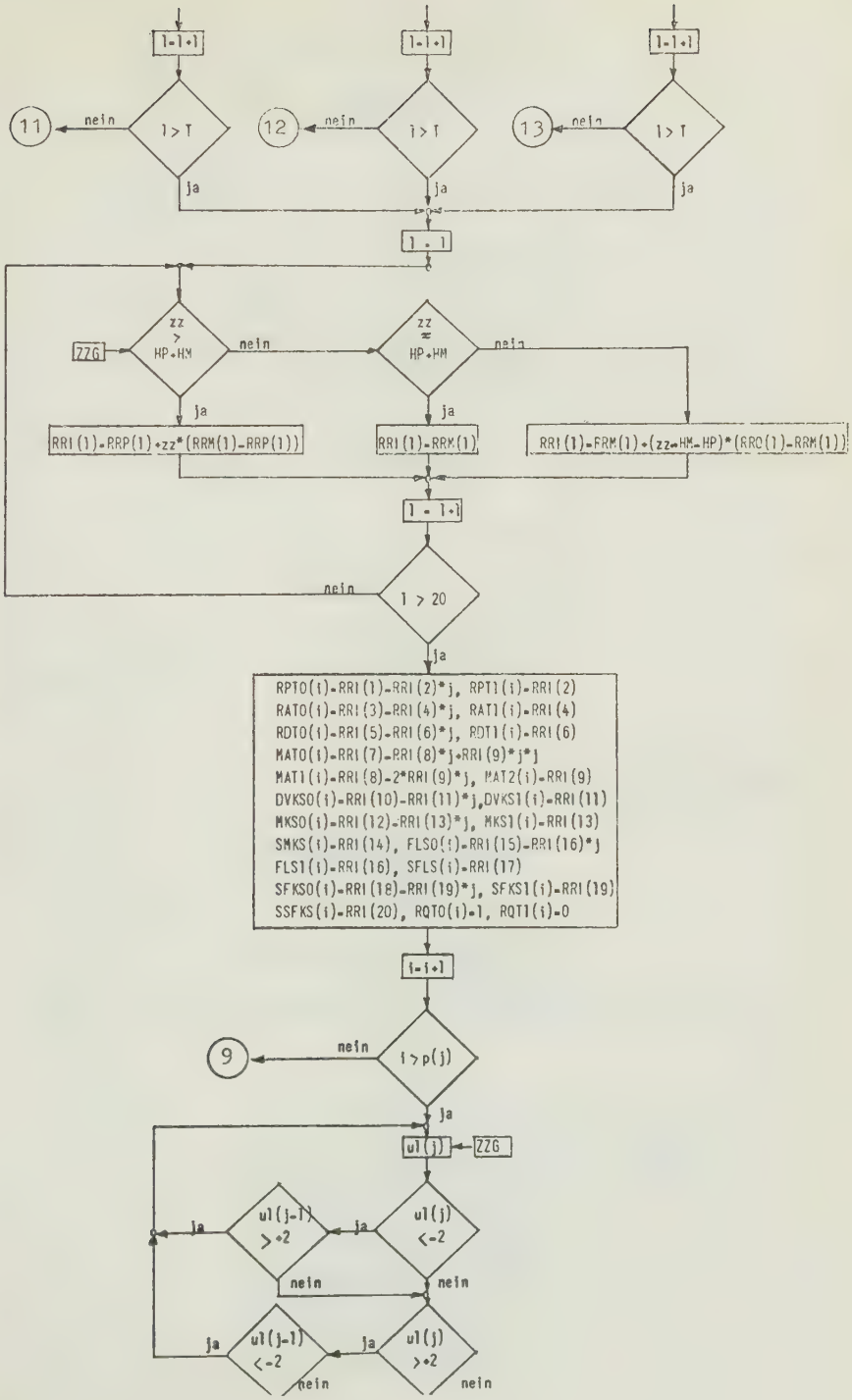
---

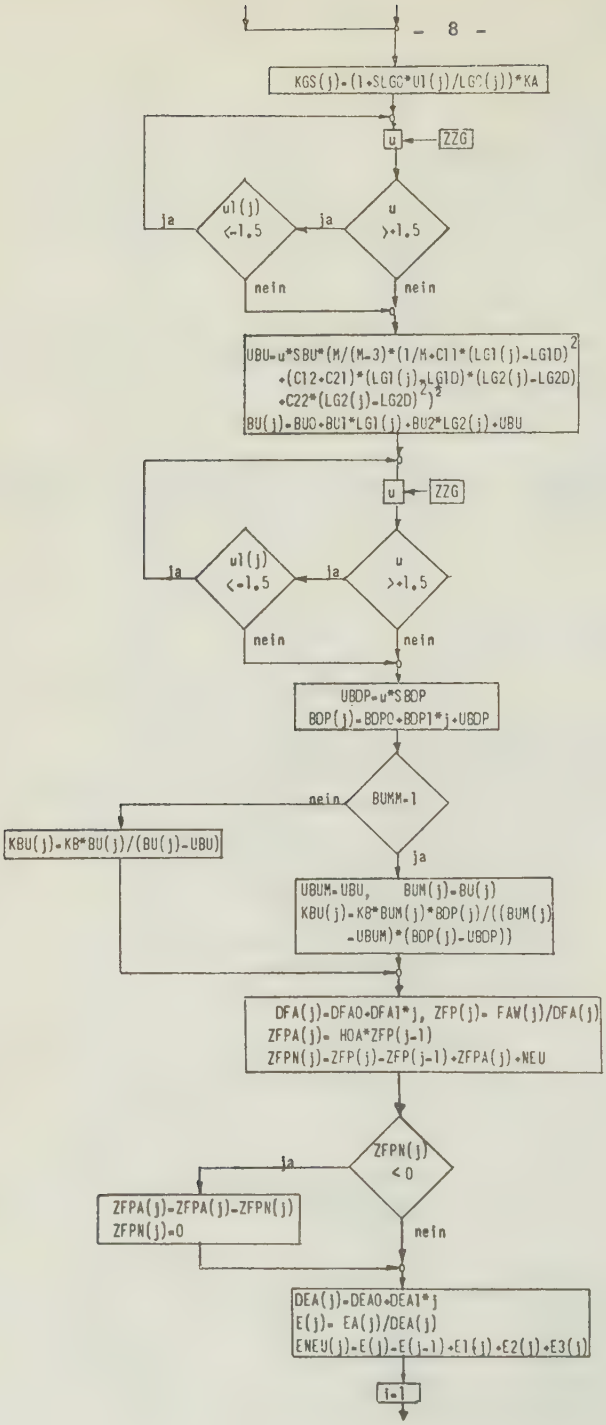
1) vgl. Sachs, L., a.a.O., S. 408.
2) z.B. bei Subroutinen, Programmschleifen etc.
3) vgl. Grochla, E., Modelle als Instrumente der Unternehmungsführung, in: ZfbF, 21. Jg. (1969), Heft 6, S. 393.

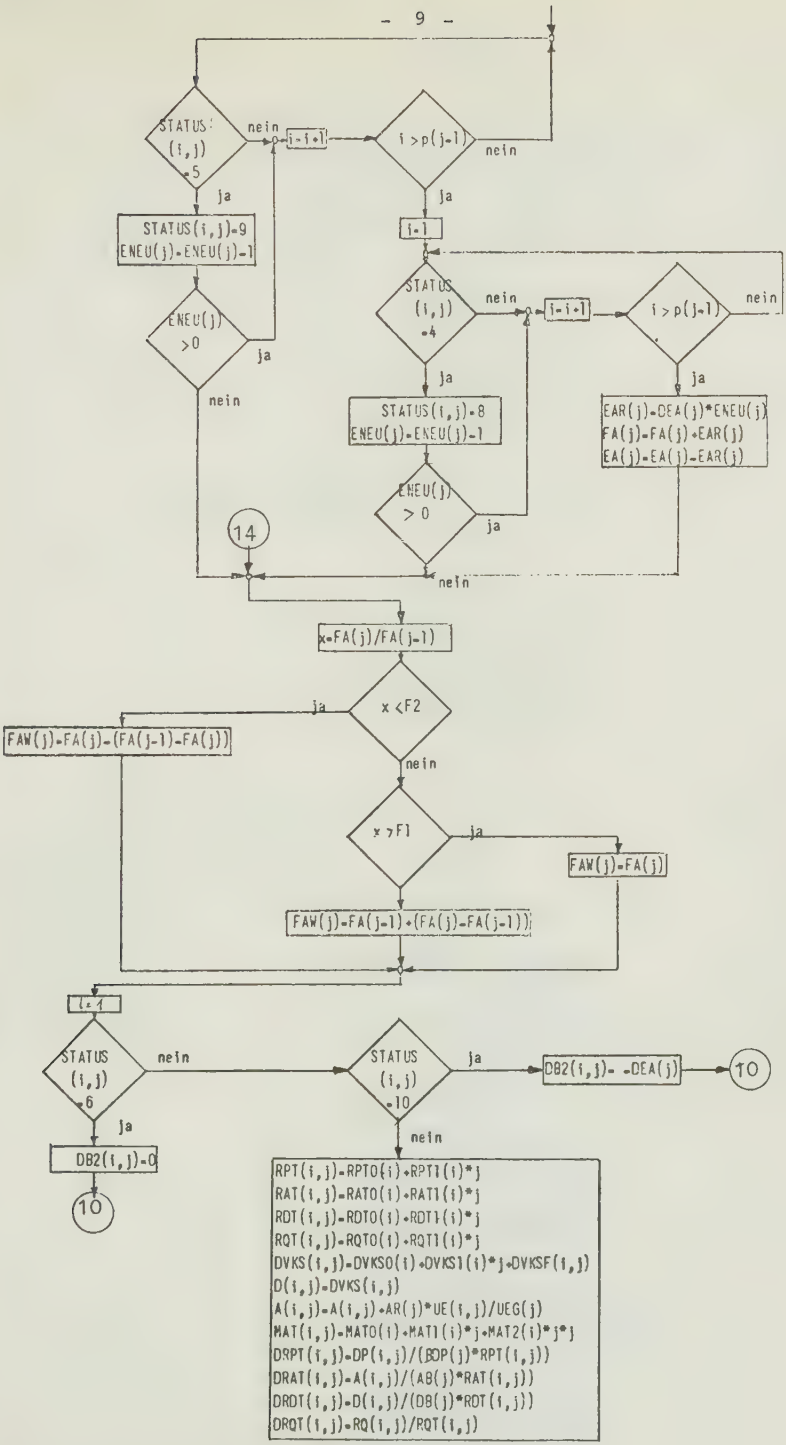


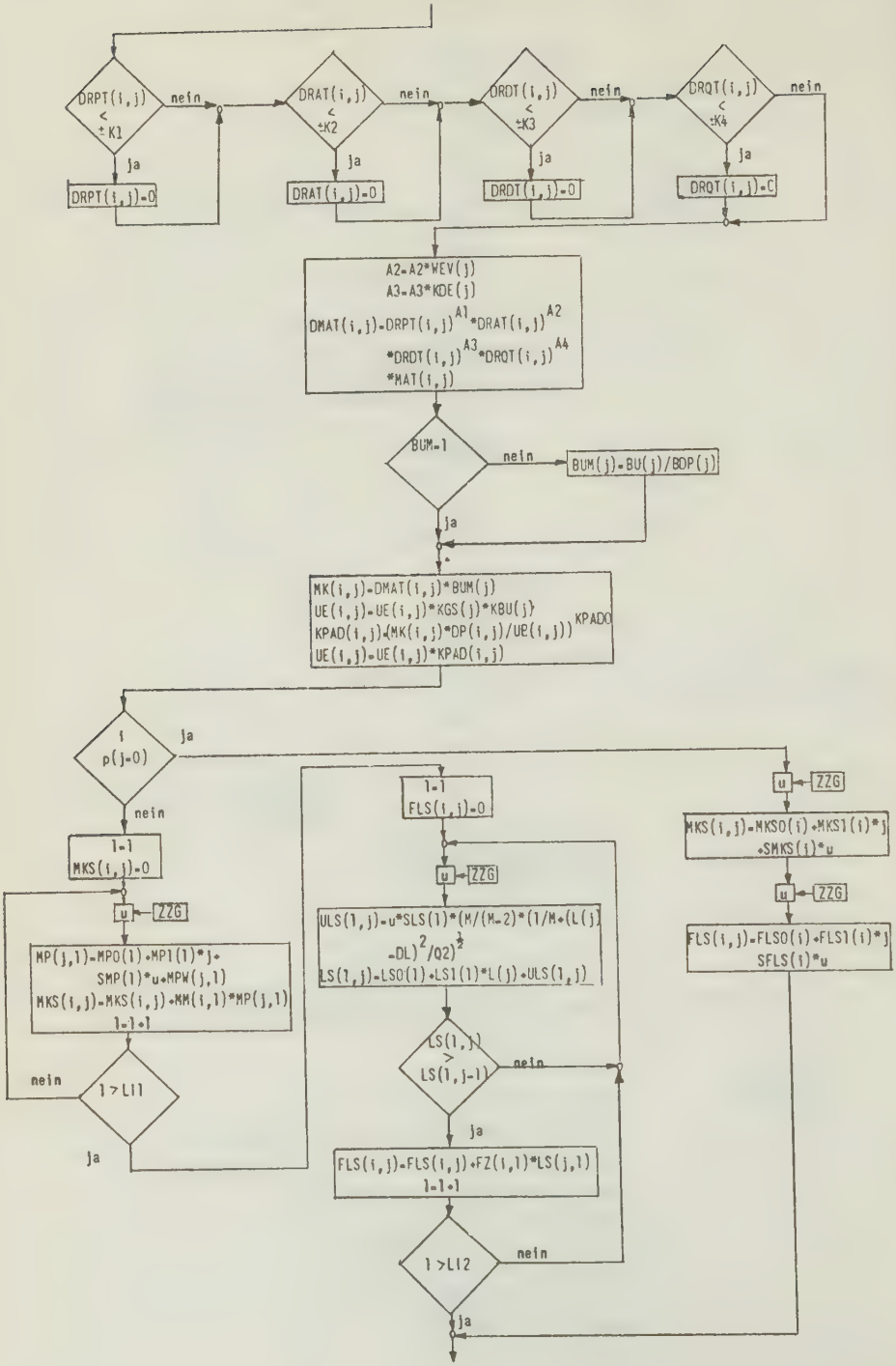
ZZG - Zufallszahlengenerator, gleichverteilt
u - normalverteilte Zufallszahl

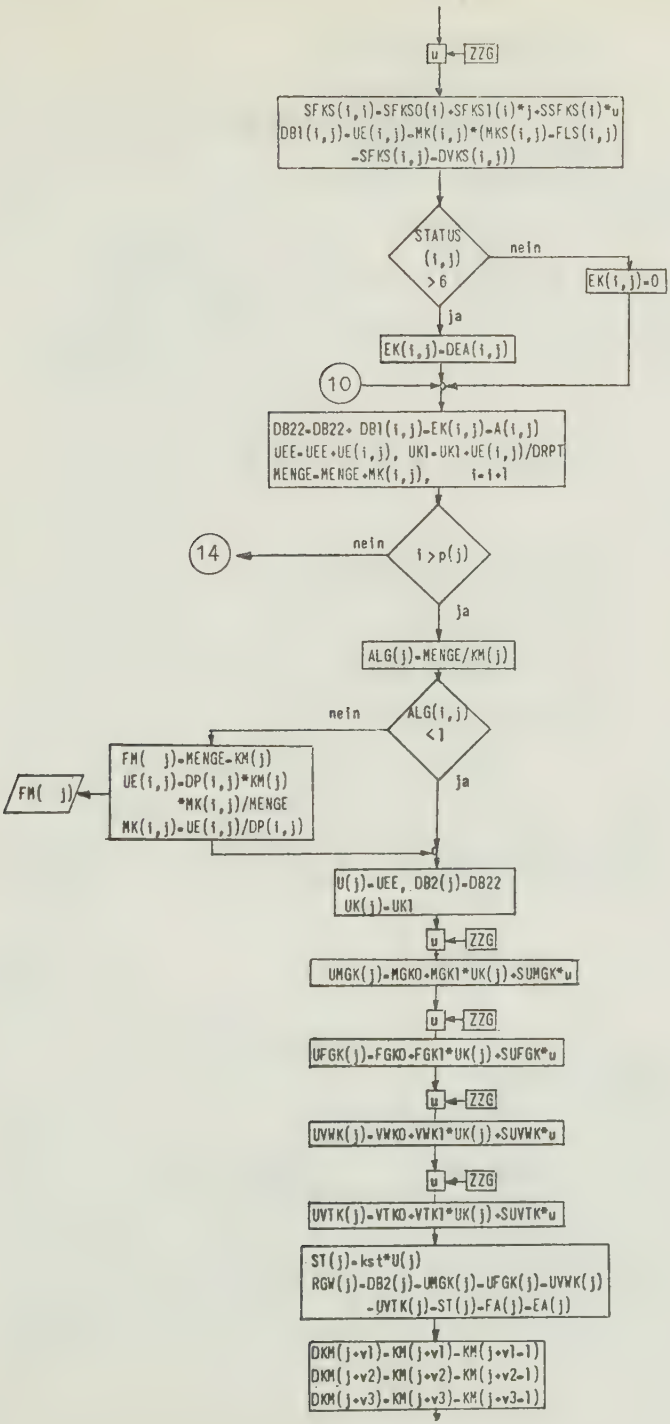

3
STATUS (i,j-1) >8
ja
nein
ZZG
zz < HUE(z-3)
zz < HE1*HE2+HE3
zz < HE1*HE2
zz < HE1
ZZG
ja
nein
STATUS(i,j)=z+1 z = z - 3
STATUS(i,j)=z-4 z = z - 4
STATUS(i,j)=3 E3(j)=E3(j)+1
STATUS(i,j)=2 E2(j)=E2(j)+1
E1(j)=E1(j)+1
6
5
zz < HUE(z-3)
STATUS(i,j)=z-4 z = z - 4
STATUS(i,j)=z-3 z = z - 3
1
ZZG
zz < HUE(6)
zz < HE1*HE2+HE3
zz < HE1*HE2
zz < HE1
STATUS (i,j-1) =9
STATUS(i,j)=9 z = 5
STATUS(i,j)=10 UE(i,j)=0 AR(j)=AR(j)+A(i,j) A(i,j)=0
E1(j)=E1(j)+1
4
7
zz HE1
ZZG
E1(j)=E1(j)+1
8
9
STATUS(i,j)=1
u
ZZG
UE(i,j)= UNO(1)+UN1(1)*j+SUN(1)*u
UEG(j)=UEG(j)+UE(i,j)
ZZG
zz HP
zz HP+HM
ja
nein
l-j
11
12
13
DP(i,1)=DPP(1) A(i,1)= AP(1) DVKSF(i,1)=DVKSFP(1)
DP(i,1)=DPM(1) A(i,1)= AM(1) DVKSF(i,1)=DVKSFM(1)
DP(i,1)=DPO(1) A(i,1)= AO(1) DVKSF(i,1)=DVKSFO(1)

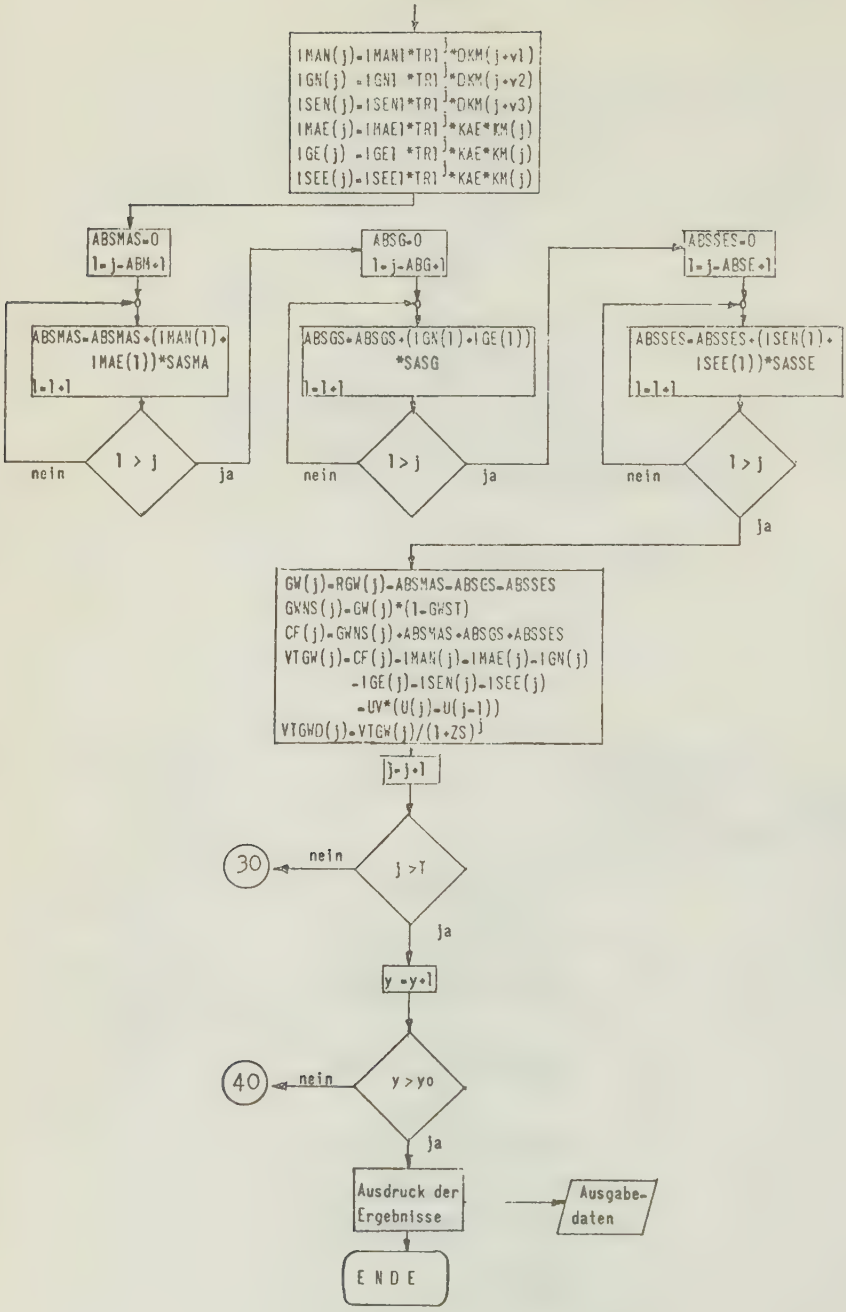

I=I+1
I=I+1
I=I+1
11
nein
I > T
12
nein
I > T
13
nein
I > T
ja
ja
ja
I = 1
ZZG
ZZ > HP+HM
nein
ZZ = HP+HM
nein
ja
ja
RRI(1)=RRP(1)+zz*(RRM(1)-RRP(1))
RRI(1)=RRM(1)
RRI(1)=FRM(1)+(zz-HM-HP)*(RRO(1)-RRM(1))
I = I+1
nein
I > 20
ja
RPTO(i)=RRI(1)-RRI(2)*j, RPT1(i)=RRI(2)
RATO(i)=RRI(3)-RRI(4)*j, RAT1(i)=RRI(4)
RDTO(i)=RRI(5)-RRI(6)*j, RDT1(i)=RRI(6)
MATO(i)=RRI(7)-RRI(8)*j+RRI(9)*j*j
MAT1(i)=RRI(8)-2*RRI(9)*j, MAT2(i)=RRI(9)
DVKSO(i)=RRI(10)-RRI(11)*j, DVKS1(i)=RRI(11)
MKSO(i)=RRI(12)-RRI(13)*j, MKS1(i)=RRI(13)
SMKS(i)=RRI(14), FLSO(i)=RRI(15)-RRI(16)*j
FLS1(i)=RRI(16), SFLS(i)=RRI(17)
SFKSO(i)=RRI(18)-RRI(19)*j, SFKS1(i)=RRI(19)
SSFKS(i)=RRI(20), RQTO(i)=1, RQT1(i)=0
i=i+1
9
nein
i > p(j)
ja
ul(j)
ZZG
ul(j-1) > +2
ja
ja
ul(j) < -2
nein
nein
ja
ul(j-1) < -2
ja
ul(j) > +2
nein
nein


KGS(j)=(1+SLGG*U1(j)/LGG(j))*KA
u ← ZZG
u1(j) <-1.5
ja
u >+1.5
ja
nein
nein
UBU=u*SBU*(M/(M-3)*(1/M+C11*(LG1(j)-LG1D)^2
+(C12+C21)*(LG1(j)-LG1D)*(LG2(j)-LG2D)
+C22*(LG2(j)-LG2D)^2)^2
BU(j)=BU0+BU1*LG1(j)+BU2*LG2(j)+UBU
u ← ZZG
u1(j) <-1.5
ja
u >+1.5
ja
nein
nein
UBDP=u*SBDP
BDP(j)=BDP0+BDP1*j+UBDP
BUMM=1
nein
ja
KBU(j)=KB*BU(j)/(BU(j)-UBU)
UBUM=UBU, BUM(j)=BU(j)
KBU(j)=KB*BUM(j)*BDP(j)/((BUM(j)
-UBUM)*(BDP(j)-UBDP))
DFA(j)=DFA0+DFA1*j, ZFP(j)=FAW(j)/DFA(j)
ZFPA(j)=HOA*ZFP(j-1)
ZFPN(j)=ZFP(j)-ZFP(j-1)+ZFPA(j)+NEU
ZFPN(j) < 0
ja
ZFPA(j)=ZFPA(j)-ZFPN(j)
ZFPN(j)=0
nein
DEA(j)=DEA0+DEA1*j
E(j)=EA(j)/DEA(j)
ENEU(j)=E(j)-E(j-1)+E1(j)+E2(j)+E3(j)
j=1


STATUS (i,j) =5
nein
i=i+1
i > p(j-1)
nein
ja
STATUS(i,j)=9
ENEU(j)=ENEU(j)-1
i=1
ENEU(j) >0
ja
nein
STATUS (i,j) =4
nein
i=i+1
i > p(j-1)
nein
ja
ja
STATUS(i,j)=8
ENEU(j)=ENEU(j)-1
EAR(j)=DEA(j)*ENEU(j)
FA(j)=FA(j)+EAR(j)
EA(j)=EA(j)-EAR(j)
ENEU(j) > 0
ja
14
nein
x=FA(j)/FA(j-1)
x <F2
ja
FAW(j)=FA(j)-(FA(j-1)-FA(j))
nein
x >F1
ja
FAW(j)=FA(j)
FAW(j)=FA(j-1)+(FA(j)-FA(j-1))
i=1
STATUS (i,j) =6
nein
STATUS (i,j) =10
ja
DB2(i,j)= -DEA(j)
10
ja
DB2(i,j)=0
10
nein
RPT(i,j)=RPTO(i)+RPT1(i)*j
RAT(i,j)=RATO(i)+RAT1(i)*j
RDT(i,j)=RDTO(i)+RDT1(i)*j
RQT(i,j)=RQTO(i)+RQT1(i)*j
DVKS(i,j)=DVKSO(i)+DVKS1(i)*j+DVKSF(i,j)
D(i,j)=DVKS(i,j)
A(i,j)=A(i,j)+AR(j)*UE(i,j)/UEG(j)
MAT(i,j)=MATO(i)+MAT1(i)*j+MAT2(i)*j*j
DRPT(i,j)=DP(i,j)/(BOP(j)*RPT(i,j))
DRAT(i,j)=A(i,j)/(AB(j)*RAT(i,j))
DRDT(i,j)=D(i,j)/(DB(j)*RDT(i,j))
DRQT(i,j)=RQ(i,j)/RQT(i,j)


DRPT(i,j) < ±K1
nein
ja
DRPT(i,j)=0
DRAT(i,j) < ±K2
DRAT(i,j)=0
DRDT(i,j) < ±K3
DRDT(i,j)=0
DRQT(i,j) < ±K4
DRQT(i,j)=C
A2=A2*WEV(j)
A3=A3*KDE(j)
DMAT(i,j)=DRPT(i,j)^A1*DRAT(i,j)^A2
*DRDT(i,j)^A3*DRQT(i,j)^A4
*MAT(i,j)
BUM=1
BUM(j)=BU(j)/BOP(j)
MK(i,j)=DMAT(i,j)*BUM(j)
UE(i,j)=UE(i,j)*KGS(j)*KBU(j)
KPAD(i,j)=(MK(i,j)*DP(i,j)/UE(i,j))^KPADO
UE(i,j)=UE(i,j)*KPAD(i,j)
l p(j=0)
l=1
MKS(i,j)=0
u
ZZG
MP(j,1)=MP0(1)+MP1(1)*j+SMP(1)*u+MPW(j,1)
MKS(i,j)=MKS(i,j)+MM(i,1)*MP(j,1)
l=l+1
l>LI1
l=1
FLS(i,j)=0
ULS(l,j)=u*SLS(1)*(M/(M-2)*(1/M*(L(j)-DL)^2/Q2)^½
LS(l,j)=LS0(1)+LS1(1)*L(j)+ULS(l,j)
LS(l,j) > LS(l,j-1)
FLS(i,j)=FLS(i,j)+FZ(i,1)*LS(j,1)
l=l+1
l>LI2
MKS(i,j)=MKS0(i)+MKS1(i)*j+SMKS(j)*u
FLS(i,j)=FLS0(i)+FLS1(i)*j+SFLS(i)*u


u ← ZZG
SFKS(i,j)=SFKSO(i)+SFKS1(i)*j+SSFKS(i)*u
DB1(i,j)=UE(i,j)-MK(i,j)*(MKS(i,j)-FLS(i,j)
-SFKS(i,j)-DVKS(i,j))
STATUS (i,j) > 6
nein
EK(i,j)=0
ja
EK(i,j)=DEA(i,j)
10
DB22=DB22+ DB1(i,j)-EK(i,j)-A(i,j)
UEE=UEE+UE(i,j), UK1=UK1+UE(i,j)/DRPT
MENGE=MENGE+MK(i,j), i=i+1
i > p(j)
nein
14
ja
ALG(j)=MENGE/KM(j)
ALG(i,j) < 1
nein
FM(j)=MENGE-KM(j)
UE(i,j)=DP(i,j)*KM(j)
*MK(i,j)/MENGE
MK(i,j)=UE(i,j)/DP(i,j)
FM(j)
ja
U(j)=UEE, DB2(j)=DB22
UK(j)=UK1
u ← ZZG
UMGK(j)=MGKO+MGK1*UK(j)+SUMGK*u
u ← ZZG
UFGK(j)=FGKO+FGK1*UK(j)+SUFGK*u
u ← ZZG
UVWK(j)=VWKO+VWK1*UK(j)+SUVWK*u
u ← ZZG
UVTK(j)=VTKO+VTK1*UK(j)+SUVTK*u
ST(j)=kst*U(j)
RGW(j)=DB2(j)-UMGK(j)-UFGK(j)-UVWK(j)
-UVTK(j)-ST(j)-FA(j)-EA(j)
DKM(j+v1)=KM(j+v1)-KM(j+v1-1)
DKM(j+v2)=KM(j+v2)-KM(j+v2-1)
DKM(j+v3)=KM(j+v3)-KM(j+v3-1)


IMAN(j)=IMAN1*TR1^j*DKM(j+v1)
IGN(j) =IGN1 *TR1^j*DKM(j+v2)
ISEN(j)=ISEN1*TR1^j*DKM(j+v3)
IMAE(j)=IMAE1*TR1^j*KAE*KM(j)
IGE(j) =IGE1 *TR1^j*KAE*KM(j)
ISEE(j)=ISEE1*TR1^j*KAE*KM(j)
ABSMAS=0
l=j-ABM+1
ABSMAS=ABSMAS+(IMAN(l)+IMAE(l))*SASMA
l=l+1
l > j
nein
ja
ABSG=0
l=j-ABG+1
ABSGS=ABSGS+(IGN(l)+IGE(l))*SASG
l=l+1
l > j
nein
ja
ABSSES=0
l=j-ABSE+1
ABSSES=ABSSES+(ISEN(l)+ISEE(l))*SASSE
l=l+1
l > j
nein
ja
GW(j)=RGW(j)-ABSMAS-ABSES-ABSSES
GWNS(j)=GW(j)*(1-GWST)
CF(j)=GWNS(j)+ABSMAS+ABSGS+ABSSES
VTGW(j)=CF(j)-IMAN(j)-IMAE(j)-IGN(j)
-IGE(j)-ISEN(j)-ISEE(j)
-UV*(U(j)-U(j-1))
VTGWO(j)=VTGW(j)/(1+ZS)^j
j=j+1
30
nein
j >T
ja
y =y+1
40
nein
y > yo
ja
Ausdruck der Ergebnisse
Ausgabe-daten
E N D E

3. Verzeichnis der benutzten Abkürzungen

Für die Abkürzungen und Symbole wird eine alphabetische Darstellung benutzt. Zur besseren Uebersichtlichkeit werden vier Gruppen gebildet:

- allgemeine Grössen
- Eingabegrössen
- Ausgabegrössen
- programminterne Grössen

3.1. Allgemeine Grössen

j - Zählvariable der Planungsperioden
i - Zählvariable der Produktgruppen
k - Zählvariable der Vergangenheitsperioden
l - programminterne Zählvariable
u - normalverteilte Zufallsgrösse
z - Zählvariable der Lebensphasen (z=1,2,...6)
zz - gleichverteilte Zufallszahl
ZZG - Zufallszahlengenerator für gleichverteilte Zufallszahlen
y - Zählvariable für die Zahl der Simulationsläufe

3.2. Eingabegrössen

3.2.1. Einwertige Eingabegrössen

ABM - Zahl der Abschreibungsperioden für Maschineninvestitionen
ABG - Zahl der Abschreibungsperioden für Gebäudeinvestitionen
ABSE - Zahl der Abschreibungsperioden für sonst. Einrichtungsinvestionen
ALPHA - Exponent für Minderwirkung bei zu starker Erhöhung der Forschungsaufwendungen
A1 - Exponent des Preiseinflusses auf die Marktanteilsänderung

A2 - Exponent des Einflusses der Werbeaufwendungen auf die Marktanteilsänderung

A3 - Exponent des Einflusses der Distributionsaufwendungen auf den Marktanteil

A4 - Exponent des Einflusses der Produktqualität auf den Marktanteil

BDPO - Konstante der Branchendurchschnittspreisentwicklung

BDP1 - Steigungskoeffizient der Branchendurchschnittspreisentwicklung

BETA - Exponent für Minderwirkung bei zu starker Reduktion der Forschungsaufwendungen

$BU\bar{M}$ - 0-1 Grösse: $BU\bar{M}$=1 falls das Branchenvolumen mengenmässig ermittelt wird

BUO - Konstante des Branchen-Marktvolumentrends

BU1 - Steigungskoeffizient des Branchenvolumentrends für die Leitgrösse 1

BU2 - Steigungskoeffizient des Branchenvolumentrends für die Leitgrösse 2

C11, C12, C21, C22 - Konstanten der Berechnung des zweidimensionalen, linearen Regressionstrends d. Branchenvolumens

DEAO - Konstante der durchschnittl. Entwicklungsaufwendungen je Projekt

DEA1 - Steigungskoeffizient der durchschnittl. Aufwendungen je Entwicklungsprojekt und Periode

DFAO - Konstante der durchschnittl. Aufwendungen je Forschungsprojekt und Periode

DFA1 - Steigungskoeffizient der durchschnittl. Aufwendungen je Forschungsprojekt und Periode

DK - Mittelwert der Vergangenheitsperioden

DL - Durchschnittswert der Lohnleitgrösse in den Vergangenheitsperioden k=1,...M der Regressionsanalyse

E(0), IEO - Zahl der Entwicklungsprojekte für j=0

FGKO - Konstante der Entwicklung der nichtzurechenbaren Fertigungsgemeinkosten

FGK1 - Steigungskoeffizient der Entwicklung der nichtzurechenb. Fertigungsgemeinkosten

F1 - Grenzwachstumsrate für Forschungsaufwendungen

F2 - Grenzschrumpfungsrate für Forschungsaufwendungen

GWST - Gewinnsteuersatz bezogen auf den Gewinn vor Steuerabzug

HE1 - relative Häufigkeit erfolgloser Entwicklungsprojekte

HE2 - rel. Häufigkeit für erfolgreiche Entwicklungsprojekte mit neuer Wachstumsphase

HE3 - rel. Häusigkeit für erfolgreiche Entwicklungsprojekte mit neuer Reifephase

HM - rel. Häufigkeit für das Eintreten der mittleren Schätzvariante für neue Produktgruppen

HOA - rel. Häufigkeit erfolgloser Forschungsprojekte

HP - rel. Häufigkeit für das Eintreten der pessimistischen Schätzvariante für neue Produktgruppen

IMAE1 - Investitionsbetrag für Maschinen je zu ersetzender Kapazitätseinheit

IMAN1 - Investitionsbetrag für Maschinen je neuer Kapazitätseinheit

IGE1 - Investitionsbetrag für Gebäude je zu ersetzender Kapazitätseinheit

IGN1 - Investitionsbetrag für Gebäude je neuer Kapazitätseinheit

ISEE1 - Investitionsbetrag für sonst. Einrichtungen je zu ersetzender Kapazitätseinheit

ISEN1 - Investitionsbetrag für sonst. Einrichtungen je neuer Kapazitätseinheit

IZZZ - 8-stellige Zahl zur Bildung der Zufallszahlen im Programm

KA - Wirkfaktor der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung auf den Unternehmensumsatz

KAE - jährlich zu ersetzender Kapazitätsanteil

KB - Wirkfaktor für den Einfluss der Branchenentwicklung auf den Unternehmensumsatz

kst - Prozentanteil des Umsatzes der auf Kostensteuern entfällt

K1 - Reizschwellenwert für relative Preisänderungen

K2 - Reizschwellenwert für relative Aenderung der Werbeaufwendungen

K3 - Reizschwellenwert für relative Aenderung der Distributionsaufwendungen

K4 - Reizschwellenwert für relative Aenderung der Produktqualität

LG1D - Durchschnittswert der Leitgrösse LG1(k) in der Vergangenheit

LG2D - Durchschnittswert der Leitgrösse LG2(k) in der Vergangenheit

LI1 - Zahl der Materialarten

LI2 - Zahl der Fertigungszeitblöcke

M - Zahl der Vergangenheitsperioden

MGKO - Konstante der Entwicklung der nichtzurechenbaren Materialgemeinkosten

MGK1 - Steigungskoeffizient der Entwicklung der nichtzurechenbaren Materialgemeinkosten

$p(O)_{IPO}$ - Zahl der Produktgruppen in der Periode j=O

Q - $\sum_{k=1}^{M} (k-DK)^2$

Q2 - $\sum_{k=1}^{M} (L(k)-DL)^2$

SASG - jährliche Abschreibungsrate für Gebäudeinvestitionen (% vom Anschaffungswert)

SASM - jährliche Abschreibungsrate für Maschineninvestitionen

SASSE - jährliche Abschreibungsrate für sonst. Einrichtungsinvestitionen

SBDP - Standardabweichung der Branchendurchschnittspreisentwicklung

SBU - Standardabweichung für die Entwicklung des Branchenvolumens

SLGO - Standardabweichung für die LGO-Entwicklung

SUFGK - Standardabweichung für die Entwicklung der nichtzurechenbaren Fertigungsgemeinkosten

SUMGK - Standardabweichung für die Entwicklung der nichtzurechenbaren Materialgemeinkosten

SUVTK - Standardabweichung für die Entwicklung der nichtzurechenbaren Vertriebskosten

SUVWK - Standardabweichung für die Entwicklung der nichtzurechenbaren Verwaltungskosten

T - Zahl der Planungsperioden

TR1 - Teuerungsrate für Investitionen

UV - langfristig zu finanzierender Teil des Unternehmensumsatzes

VTKO - Konstante der Entwicklung der Vertriebskosten (nichtzurechenbar)

VTK1 - Steigungskoeffizient der Entwicklung der Vertriebskosten (nichtzurechenbar)

VWKO - Konstante der Entwicklung der nichtzurechenbaren Verwaltungskosten

VWK1 - Steigungskoeffizient der Entwicklung der nichtzurechenbaren Verwaltungskosten

V1 - Zahl der Vorleistungsperioden für Maschineninvestitionen

V2 - Zahl der Vorleistungsperioden für Gebäudeinvestitionen

V3 - Zahl der Vorleistungsperioden für sonst. Einrichtungsinvestitionen

YO - Zahl der Simulationsläufe

ZFP(O)
IZFP } - Zahl der Forschungsprojekte in der Periode j=O

ZS - Zinssatz für die Diskontierung des Gewinnes

KPADO - Wirkfaktor der P-A-D-Q-Strategien

3.2.2. Eindimensionale Eingabevektoren

AB(j) - Werbeaufwendungen in der Branche

AIGE(i) - Abschreibungsbeträge aus Investitionen für Gebäudeersatz (i=-ABG,....,O) in der Vergangenheit

AIGN(i) - Abschreibungsbeträge aus Investitionen für neue Gebäude in der Vergangenheit (i=-ABG,...,O)

AIMAE(i) - Abschreibungsbeträge aus Maschinen-Ersatzinvestitionen der Vergangenheit (i=-ABM,...,O)

AIMAN(i) - Abschreibungsbeträge aus Maschinen-Neuinvestitionen der Vergangenheit (i=-ABM,...,O)

AISEE(i) - Abschreibungsbeträge aus Investitionen für sonst. Einrichtungen (Ersatz) in der Vergangenheit (i=-ABSE, ...,O)

AISEN(i) - Abschreibungsbeträge aus Investitionen für sonst. Einrichtungen in der Vergangenheit (i=-ABSE,...,O)

AM(j) - Werbeaufwendungen für neue Produktgruppen, mittlere Schätzung (j=1,...,T)

AO(j) - Werbeaufwendungen für neue Produktgruppen, optimistische Schätzung

AP(j) - Werbeaufwendungen für neue Produktgruppen, pessimistische Schätzung

DB(j) - Distributionsaufwendungen in der Branche

DPM(j) - Durchschnittspreis für neue Produktgruppen, mittlere Schätzung

DPO(j) - Durchschnittspreis für neue Produktgruppen, optimistische Variante

DPP(j) - Durchschnittspreis für neue Produktgruppen, pessimistische Schätzung

DVKSFM(j) - willkürliche Veränderung der direkten Vertriebskosten für neue Produktgruppen, mittlere Variante

DVKSFO(j) - willkürliche Veränderung der direkten Vertriebskosten für neue Produktgruppen, optimistische Var.

DVKSFP(j) - willkürliche Veränderung der direkten Vertriebskosten f. neue Produktgrupp., pessimist. Variante

DVKSO(i) - Konstante der Entwicklung der direkten Vertriebskosten je Einheit der Produktgruppe i

DVKS1(i) - Steigungskoeffizient der Entwicklung der direkten Vertriebskosten je Einheit der Produktgruppe i

EA(j) - Entwicklungsaufwendungen

FA(j) - Forschungsaufwendungen

HUE(z) - Uebergangshäufigkeiten für den Wechsel der Lebensphasen, Wechsel von z-1 nach z

KDE(j) - Korrekturfaktor des relativen Distributionserfolges

KM(j) - Kapazität der Produktionsanlagen des Unternehmens

L(j) - Lohngrösse für Fertigungslohnentwicklung

LGO(j) - gesamtwirtschaftliche Leitgrösse

LG1(j) - Leitgrösse 1 für die Entwicklung des Branchenvolumens

LG2(j) - Leitgrösse 2 für die Entwicklung des Branchenvolumens

LSO(1) - Konstante der Entwicklung der Lohnkosten der Fertigungsart 1

LS1(1) - Steigungskoeffizient der Entwicklung der Lohnkosten der Fertigungsart 1

LS(0,1) - Fertigungskosten je Fertigungsart 1 in der Periode j=0

MATO(i) - Konstante der Marktanteilsentwicklung der Produktgruppe i

MAT1(i) - Steigungskoeffizient 1 der Marktanteilsentwicklung

MAT2(i) - Steigungskoeffizient 2 der Marktanteilsentwicklung

MPO(l) - Konstante des Materialpreistrends für Materialart l

MP1(l) - Steigungskoeffizient des Materialpreistrends für Materialart l

RATO(i) - Konstante der relativen Werbeaufwendungsentwicklung der Produktgruppe i gegenüber der Branche

RAT1(i) - Steigungskoeffizient der rel. Werbeaufwendungsentw.

RDTO(i) - Konstante der relativen Distributionsaufwendungsentwicklung der Produktgruppe i gegenüber der Branche

RDT1(i) - Steigungskoeffizient der rel. Distributionsaufw.-Entwicklung der Produktgruppe i gegenüber der Branche

RPTO(i) - Konstante der relativen Preisentwicklung

RPT1(i) - Steigungskoeffizient der relativen Preisentwicklung

RQTO(i) - Konstante der relativen Qualitätsentwicklung der Produktgruppe i bezogen auf die Branche

RQT1(i) - Steigungskoeffizient der relativen Qualitätsentwicklung der Produktgruppe i bezogen auf die Branche

RRM(l) - Eingabegrössen für neue Produktgruppen, mittlere Schätzung (l=1,..,20)

RRO(l) - Eingabegrössen für neue Produktgruppen, optimistische Variante

RRP(l) - Eingabegrössen für neue Produktgruppen, pessimistische Variante:

Platz l=1 - RPTO(i); 2 - RPT1(i); 3 - RATO(i)
4 - RAT1(i); 5 - RDTO(i); 6 - RDT1(i)
7 - MATO(i); 8 - MAT1(i); 9 - MAT2(i)
10 -DVKSO(i);11 -DVKS1(i);12 - MKSO(i)
13 - MKS1(i);14 - SMKS(i);15 - FLSO(i)
16 - FLS1(i);17 - SFLS(i);18 -SFKSO(i)
19 -SFKS1(i);20 -SSFKS(i)

SFKSO(i) - Konstante der Entwicklung der sonstigen Fertigungskosten der Produktgruppe i je Einheit

SFKS1(i) - Steigungskoeffizient der Entwickl. der sonstigen Fertigungskosten je Einheit

SLS(l) - Standardabweichung der Lohnkosten der Fertigungsart l

SMP(l) - Standardabweichung der Materialkosten der Materialart l

SSFKS(i) - Standardabweichung der sonstigen Fertigungskosten je Einheit

STATUS(i,0)
ISTAT(i) } Zuordnung der Produktgruppen zu Lebensphasen für j=0

SUN(z) - Standardabweichung der Normalumsätze in den Lebensphasen z

UNO(z) - Konstante der Normalumsätze in den Lebensphasen z

UN1(z) - Steigungskoeffizient der Normalumsätze in den Lebensphasen z

WEV(j) - Werbeerfolg in der Periode j

3.2.3. Matrix-Eingabegrössen

A(i,j) - Werbeaufwendungen für die Produktgruppe i in der Periode j

DP(i,j) - Durchschnittspreise

DVKSF(i,j) - willkürliche, direkte Vertriebskosten je Produktgruppe und Periode

FZ(i,1) - Fertigungszeiten je Fertigungsart 1 und Produktgruppe i

LSF(j,1) - freiwillige Lohnveränderungen für die Fertigungsart 1 in der Periode j

MM(i,1) - Materialmengen der Materialart 1 für die Produktgruppe i

MPW(j,1) - willkürliche Materialpreisänderung für Materialart 1 in der Periode j

RQ(i,j) - Relative Qualitätsentwicklung der Produktgruppe i der Periode j

3.3. Ausgabegrössen

CF(j) - Cash Flow

U(j), UMS(j) - Unternehmensumsatz

RGW(j) - Rohgewinn des Unternehmens vor Steuern und ohne Abschreibungen

STATUS(i,j) Lebensphasen der Produktgruppen

VTGW(j) - Verteilbarer Gewinn

VTGWD(j) - Verteilbarer, diskontierter Gewinn (diskontiert auf j=0)

GWNS(j) - Gewinn nach Steuern

3.4. Programminterne Grössen

3.4.1. Grössen mit Bedeutung

ABSGS - Abschreibungen auf Gebäudeinvestitionen

ABSMAS - Abschreibungen auf Maschineninvestitionen

ABSSES - Abschreibungen auf Investitionen für sonstige Einrichtungen

ALG(j) - Auslastungsgrad in der Periode j

AR(j) - In der Periode j zu verteilende Werbeaufwendungen

BDP(j) - Branchendurchschnittspreis

BU(j) - Branchenvolumen

BUM(j) - Branchenvolumen, mengenmässig

D(i,j) - Distributionsaufwendungen

DB2(j) - Deckungsbeitrag 2

DB2(i,j) - Deckungsbeitrag 2 der Produktgruppe i

DB1(i,j) - Deckungsbeitrag 1 der Produktgruppe i

DEA(j) - Durchschnittliche Kosten je Entwicklungsprojekt und Periode

DFA(j) - Durchschnittliche Kosten je Forschungsprojekt und Periode

DKM(j) - Aenderung der Kapazität in der Periode j

DMAT(i,j) - relativer Marktanteil der Produktgruppe i in der Periode j bezogen auf den Marktanteilstrend

DRAT(i,j) - relative Werbeaufwendungen in der Produktgruppe i bezogen auf den relativen Trendwert in der Periode j

DRDT(i,j) - relative Distributionsaufwendungen bezogen auf den relativen Trendwert

DRPT(i,j) - relativer Preis der Produktgruppe i bezogen auf den relativen Preistrend in der Periode j

DRQT(i,j) - relativer Qualitätswert der Produktgruppe i bezogen auf den relativen Qualitätstrend in der Periode j

E(j) - Zahl der Entwicklungsprojekte

EAR(j) - restliche Entwicklungsaufwendungen

EK(i,j) - Entwicklungskosten der Produktgruppe i in der Periode j

ENEU(j) - Zahl neuer Entwicklungsprojekte

EI(j) - Zahl erfolgloser Entwicklungsprojekte in der Periode j

E2(j) - Zahl erfolgreicher Entwicklungsprojekte mit neuer Wachstumsphase

E3(j) - Zahl erfolgreicher Entwicklungsprojekte mit neuer Reifephase

DVKS(i,j) - Direkte Vertriebskosten je Einheit der Produktgruppe i in der Periode j

FAW(j) - wirksame Forschungsaufwendungen

FLS(i,j) - Fertigungslohn je Einheit der Produktgruppe i

FM(j) - Fehlmenge in der Periode j

GW(j) - Gewinn vor Steuern, nach Abzug der Abschreibungen

IMAE(j) - Ersatzinvestitionen für Maschinen

IMAN(j) - Neuinvestitionen für Maschinen

IGE(j) - Ersatzinvestitionen für Gebäude

IGN(j) - Neuinvestitionen für Gebäude

ISEE(j) - Ersatzinvestitionen für sonstige Einrichtungen

ISEN(j) - Neuinvestitionen für sonstige Einrichtungen

KBU(j) - Korrekturfaktor der Branchenentwicklung

KGS(j) - Korrekturfaktor des Einflusses der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung auf den Unternehmensumsatz

KPAD(i,j) - Korrekturfaktor für den Produktgruppenumsatz durch Preis-, Werbe-, Distributions- und Qualitätsstrategien

LS(l,j) - Lohnsatz für die Fertigungszeit l in der Periode j

MAT(i,j) - Marktanteil der Produktgruppe i in der Periode j (mengenmässig)

MENGE - mengenmässiger Absatz

MKS(i,j) - Materialkosten je Einheit der Produktgruppe i

MP(j,l) - Materialpreis der Materialart l in der Periode j

MK(i,j) - mengenmässiger Absatz in der Produktgruppe i der Periode j

NEU - Zahl neuer Produktgruppen in einer Periode

p(j) - Zahl der Produktgruppen in der Periode j

RAT(i,j) - relativer Trend der Werbeaufwendungen für die Produktgruppe i

RDT(i,j) - relativer Trend der Distributionsaufwendungen für die Produktgruppe i

RPT(i,j) - relativer Preistrend für die Produktgruppe i

RQT(i,j) - relativer Trend der Produktqualität

SFKS(i,j) - sonstige Fertigungskosten je Einheit der Produktgruppe i

ST(j) - Steuern, soweit sie nicht Gewinnsteuern sind

UBDP - zufällige Abweichung vom Trend des Branchendurchschnittspreises

UBU - zufällige Abweichung vom Trend des Branchenvolumens

UBUM - zufällige Abweichung vom Trend des mengenmässigen Branchenvolumens

UE(i,j) - Umsatzerwartungswert in der Produktgruppe i der Periode j

UEG(j) - summierter Umsatzerwartungswert der Periode j (unkorrigiert)

UK(j) - um Preisabweichungen korrigierter Unternehmensumsatz

UFGK(j) - nichtzurechenbare Fertigungsgemeinkosten

ULS(l,j) - zufällige Abweichungen vom LS-Trend der Lohnart l in der Periode j

UMGK(j) - nichtzurechenbare Materialgemeinkosten

UVTK(j) - nichtzurechenbare Vertriebskosten

UVWK(j) - nichtzurechenbare Verwaltungskosten

ul(j) - normalverteilter Zufallswert der Periode j (für Branchenentwicklung)

ZFP(j) - Zahl der Forschungsprojekte

ZFPA(j) - Zahl der in der Periode j ausscheidenden Forschungsprojekte

ZEPN(j) - Zahl neuer Forschungsprojekte in der Periode j

3.4.2. Grössen mit Zwischenspeicherfunktion und rechentechnischer Aufgabe

DB22, EKM, IE, IW, IZ, IZZ, N, N1, NO, RGWD, TTR1, UEE, UK1, UM, W, W1, W2, X

3.5. Abkürzungen für Zeitschriften und Sammelwerke

ZfbF - Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, Neue Folge der Zeitschrift für handelswissenschaftliche Forschung,

ZfB - Zeitschrift für Betriebswirtschaft, Wiesbaden

M.S. - Management Science, Baltimore

O.R. - Operations Research, Baltimore

O.R.Q. - Operational Research Quarterly, London

JMR - Journal of Marketing Research, Baltimore

Lecture Notes - Lecture Notes in Operations Research and Mathematical Systems, Hg.: Beckmann, M., Künzi, H.P., Berlin-Heidelberg-New York

4. Eingabedaten der simulierten Unternehmensentwicklung

Die Eingabedaten für die Simulation der Unternehmensentwicklung in der Vergangenheit teilen sich in zwei Datensätze auf: Der erste Datensatz dient zur Nachahmung der Veränderung der realen Unternehmenszielwerte in der Vergangenheit, d.h. zur Simulation einer Art 'Normalentwicklung'. Der zweite Datensatz gibt Strategien an, die in der Vergangenheit hätten verfolgt werden können; mit ihm wird simuliert, wie die Entwicklung der Zielwerte unter dem Einfluss dieser Strategien hätte verlaufen können.

Zur Vereinfachung werden für den zweiten Datensatz nur die Daten angeführt, die gegenüber dem ersten Satz verändert wurden.

Die Aufstellung der Daten erfolgte in der alphabetischen Reihenfolge des Abkürzungsverzeichnisses, wobei noch eine Untergliederung nach der Art der Indices vorgenommen wurde.

Generell bedeutet ein ' - ', dass diese Grösse nicht benutzt wurde, '0.0' bedeutet, dass der Wert in dieser Genauigkeit auf 0.0 abgerundet wurde; ganzzahlige Werte wurden ohne Dezimalzeichen dargestellt.

4.1. Datensatz der Vergangenheitsentwicklung

Zwar wird auf eine eingehende Erörterung der einzelnen Daten verzichtet, einige Hinweise erscheinen zum besseren Verständnis jedoch erforderlich:

- die Vorgabe pessimistischer, optimistischer und mittlerer Schätzwert für die neuen Produktgruppen stellt weniger eine Wertung ihrer Bedeutung für die Ziele oder ihrer Erreichbarkeit dar, sondern eine untere und obere Wertschranke,

zwischen denen der für eine neue Produktgruppe gültige Wert durch Zufallszahl interpoliert wird.

- In der realen Unternehmensentwicklung schieden im betrachteten Zeitraum verschiedene Produktgruppen aus dem Sortiment aus, hier wurden die Datenreihen sinnvoll verlängert, da im Modell das Ausscheiden dieser Produktgruppe nicht unbedingt ebenso eintreten muss, und daher auch für den gesamten Zeitraum Daten erforderlich sind.
- Um die Schätzwerte für die neuen Produktgruppen unabhängig vom Zeitpunkt der Aufnahme in das Sortiment zu machen, wurde ihre Trendentwicklung um diese Zeitspanne korrigiert: j= a - Einsetzen in der a-ten Periode: $y= c + d.(j-a)$

EINWERTIGE EINGABEGROESSEN					
Grösse	Wert	Dimension	Grösse	Wert	Dimension
ABM	3	Period.	IGE1	0.008	DM/E
ABG	20	Period.	IMAE1	0.237	DM/E
ABSE	6	Period.	IMAN1	0.237	DM/E
ALPHA	0.8	-	ISEE1	0.079	DM/E
A1	0.5746	-	ISEN1	0.119	DM/E
A2	0.3179	-	IZZZ	1013417	-
A3	-0.2020	-	KA	1.0	-
A4	1.0000	-	KAE	0.03	-
BDPO	1.526	DM/E	KB	1.1	-
BDP1	-0.2464	DM/(10·E·j	KM(j=0)	28.0	Mio E
BETA	0.8	-	KPADO	1.0	-
BUMM	1	-	KST	0.05	-
BUO	-92.81	Mio E	K1	1.05	-
BU1	0.2172	E/(10·DM)	K2	1.10	-
BU2	-	-	K3	1.15	-
C11	0.1406	10^{-19}	K4	1.05	-
C12	-	-	LG1D	29.63	Mrd DM
C21	-	-	LG2D	-	-
C22	-	-	LI1	2	-
DEAO	20000.	DM/Proj.	LI2	4	-
DEA1	1500.	DM/(Pr.·j)	M	7	Perioden
DFAO	25000.	DM/Proj.	MGKO	-0.8949	Mio DM/j
DFA1	1500.	DM/(Pr.·j)	MGK1	0.0289	-
DK	5.0	-	P(0)	6	-
DL	3.44	DM/Std.	Q	28.0	-
E(0)	0	-	Q2	1.479	$(DM/STD)^2$
FGKO	-2.222	MioDM	SASG	0.050	-
FGK1	0.1251	-	SASM	0.333	-
F1	1.15	-	SASSE	0.167	-
F2	0.95	-	SBDP	0.0784	DM/E
GWST	0.55	-	SBU	56.1	Mio E
HE1	0.60	-	SLGO	4.055	Mrd DM
HE2	0.1	-	SUFGK	1.019	Mio DM
HE3	0.1	-	SUMGK	0.600	Mio DM

EINWERTIGE EINGABEGROESSEN					
Grösse	Wert	Dimension	Grösse	Wert	Dimension
HM	0.4	-	SUVTK	0.967	Mio DM
HOA	0.6	-	SUVWK	0.627	Mio DM
HP	0.3	-	T	8	-
IGN1	0.158	DM/E	TR1	1.04	-
U(j=0)	28.5	Mio DM	V1	0	Perioden
UV	0.17	-	V2	1	Perioden
VTK0	-2.037	Mio DM	V3	0	Perioden
VTK1	0.1125	-	Y0	50	-
VWK0	0.320	Mio DM	ZEP(0)	0	-
VWK1	0.0616	-	ZS	0.07	p.a.

Grösse	P-Wert	M-Wert	O-Wert
RRP-M-O (1) = RPTOP-M-O	2.15	2.27	6.00
RRP-M-O (2) = RPT1P-M-O	-0.268	-0.234	-0.175
RRP-M-O (3) = RATOP-M-O	0.003425	0.0090	0.0150
RRP-M-O (4) = RAT1P-M-O	-0.00081	0.00112	0.0050
RRP-M-O (5) = RDTOP-M-O	1.600	1.800	5.00
RRP-M-O (6) = RDT1P-M-O	-0.08	-0.15	-0.20
RRP-M-O (7) = MATOP-M-O	-0.0024	0.0	0.0005
RRP-M-O (8) = MAT1P-M-O	0.0020	0.002	0.0024
RRP-M-O (9) = MAT2P-M-O	-0.00022	-0.00024	-0.00025
RRP-M-O(10) = DVKSOP-M-O	0.13	0.18	0.40
RRP-M-O(11) = DVKS1P-M-O	-0.0030	-0.0140	-0.01625
RRP-M-O(12) = MKSOP-M-O	2.50	0.95	0.65
RRP-M-O(13) = MKS1P-M-O	-0.056	-0.06	-0.07
RRP-M-O(14) = SMKSP-M-O	-	-	-
RRP-M-O(15) = FLSOP-M-O	0.250	0.240	0.230
RRP-M-O(16) = FLS1P-M-O	0.010	-0.020	-0.027
RRP-M-O(17) = SFLSP-M-O	-	-	-
RRP-M-O(18) = SFKSOP-M-O	-	-	-
RRP-M-O(19) = SFKS1P-M-O	-	-	-
RRP-M-O(20) = SSFKSP-M-O	-	-	-

Eindimensionale Vektorgrössen								
	Dim.	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
AB(j)	MioDM	18.0	19.0	20.3	22.0	24.908	21.630	21.764
AM(j)	10^3DM	100	100	120	150	170	150	150
AO(j)	10^3DM	150	150	200	280	320	280	230
AP(j)	10^3DM	20	20	30	30	40	50	40
DB(j)	DM/10E	0.676	0.904	0.919	0.826	0.813	0.721	0.816
DPM(j)	DM/E	2.90	2.90	2.80	2.70	2.60	2.50	2.40
DPO(j)	DM/E	4.30	5.80	6.30	7.00	8.00	9.00	8.00
DPP(j)	DM/E	2.90	2.70	2.50	2.30	2.10	1.60	1.20
DVKSFM(j)	-	-	-	-	-	-	-	-
DVKSFO(j)	-	-	-	-	-	-	-	-
DVKSFP(j)	-	-	-	-	-	-	-	-
EA(j)	10^3DM	40	48	56	80	60	40	80
FA(j)	10^3DM	-	-	105	150	180	195	210
KDE(j)	-	0.80	0.85	0.90	0.90	1.05	1.05	1.10
KM(j)	Mio E	34	39	46	53	56	56	56+
L(j)	DM/h	2.72	2.97	3.19	3.49	3.73	3.88	4.07
LGO(j)	MrdDM	52.65	54.93	58.42	64.04	67.12	62.57	70.74
LG1(j)	MrdDM	24.9	25.7	27.8	31.1	32.5	32.1	33.3
LG2(j)	-	-	-	-	-	-	-	-
WEV(j)	-	0.70	0.80	0.90	1.05	1.00	1.30	1.20

+) KM(j=1969) = 64 Mio E

1000 DM	AIGE(j)	AIGN(j)	AIMAE(j)	AIMAN(j)	AISEE(j)	AISEN(j)
1961	30	940	200	2600	39	276
1960	25	520	140	2750	22	50
1959	20	725	130	2050	96	50
1958	10	1750	-	-	118	130
1957	3	38.4	-	-	18	180
1956	2.5	20	-	-	14	-
1955	2	28	-	-	-	-
1954	1	28	-	-	-	--
1953	-	28	-	-	-	-
1952	-	10	-	-	-	-
≤ 1951	-	-	-	-	-	-

Eindimensionale Vektorgrössen						
Produkt-gruppe	1	2	3	4	5	6
DVKSO(i) DM/E	0.0500	0.1094	0.0726	0.1000	0.1290	0.3594
DVKS1(i) Pf/(E.j)	1.1800	-0.3375	-0.1071	2.0000	-0.3839	-2.0390
MATO(i) %	0.2400	0.4110	2.6360	0.1300	0.6800	0.9170
MAT1(i) %/j	-0.0340	-0.0346	0.8107	-0.0170	0.0250	-0.4750
MAT2(i) %(j^2)	-	-	-0.0720	-	-	0.0615
RATO(i) %	0.4050	1.1360	5.906	6.5000	1.8290	1.4850
RAT1(i) %/j	-0.0500	-0.0871	0.8714	-0.0810	0.2179	0.7454
RDTO(i) -	1.0000	1.3810	0.8847	1.9400	1.6000	4.3410
RDT1(i) %/j	1.2500	-4.5580	1.1010	0.7500	-4.8550	-24.1100
RPTO(i) -	0.8300	1.4340	0.8783	1.9000	1.6860	5.2000
RPT1(i) 1/j	0.1000	-0.0382	0.00636	0.0500	-0.0447	-0.3750
RQTO(i) -	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
RQT1(i) -	-	-	-	-	-	-
SFKSO(i) DM/E	0.0100	0.1605	0.1080	0.0010	0.0981	0.6261
SFKS1(i) DM/(E.j)	0.0200	-0.01936	-0.01355	0.0015	-0.0121	-0.06725
SSFKS(i) DM/E	0.0260	0.0277	0.0194	0.0027	0.0206	0.1764
ISTAT(i) -	5	4	3	4	2	2
Lebens-phase	1	2	3	4	5	6
HUE(z) -	0.3000	0.7500	0.8300	0.3000	0.7500	0.9000
UNO(z) MioDM	-	2.0060	12.0500	0.3830	0.7150	-
UN1(z) MioDM/j	0.0800	0.07425	1.5170	0.5750	0.0240	-
SUN(z) MioDM	0.1500	1.6600	12.4300	2.1450	0.5150	-
Fertig.-zeiten	1	2	3	4		
LSO(1) DM/h	-0.4669	0.2142	0.4879	0.4898		
LS1(1) -	1.265	0.7673	0.8871	0.6658		
SLS(1) DM/h	0.300	0.2540	0.1035	0.0755		
Material-arten	1	2				
MPO(1) DM/ME	0.5421	0.08394				
MP1(1) DM/(ME.j)	-0.03357	-0.001217				
SMP(1) DM/ME	0.0446	0.00746				

Matrix-Grössen

A(i,j) i \ j (1O^{3}DM)	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
1	88	28	9	1	1	1	1
2	188	131	158	179	156	136	70
3	1275	1546	1861	2534	2667	3310	2160
4	78	89	26	1	1	1	1
5	330	509	619	662	746	774	715
6	39	167	257	95	128	430	1455
DP(i,j) i \ j (DM/E)							
1	1.53	1.64	1.86	1.80	1.80	1.80	1.80
2	2.16	1.88	1.70	1.64	1.66	1.68	1.51
3	1.19	1.35	1.38	1.32	1.29	1.20	1.01
4	2.96	3.02	3.51	3.50	3.50	3.50	3.50
5	2.23	2.21	2.19	2.15	2.23	1.76	1.60
6	4.30	5.82	6.30	5.93	5.47	3.08	2.39
DVKSF(i,j) i \ j (DM/E)							
1	-0.0031	0.0036	0.0033	-	-	-	-
2	-0.0004	0.0045	-0.0018	-0.0025	0.0027	-0.0009	0.0022
3	-0.0141	0.0056	0.0087	0.0067	0.0022	-0.0033	-0.0059
4	-0.0083	0.0039	0.0104	-	-	-	-
5	-0.0163	0.0053	0.0080	0.0087	0.0126	-0.0125	-0.0066
6	-0.1182	0.0257	0.0688	0.0834	0.0573	-0.0589	-0.0580
LSF (j,l) l \ j (DM/h)							
1	0.06	0.00	-0.08	-0.14	-0.09	0.15	0.12
2	-	-	-	-	-	-	-
3	0.00	-0.05	-0.02	0.10	0.08	0.00	-0.10
4	0.05	0.00	-0.11	0.00	0.08	0.00	-0.04
MPW(j,l) l \ j (DM/ME)							
1	-0.0400	0.0100	0.0720	-0.0140	0.0000	-0.0310	0.0210
2	-0.0180	-0.0080	0.0106	-0.0033	-0.0049	-0.0013	0.0025

Matrix-Grössen						
FZ(i,1) i / 1 (h/(E.100))	1	2	3	4	5	6
1	2.280	0.510	0.5548	1.489	0.5731	1.134
2	1.890	0.100	0.1116	1.246	0.1153	0.2282
3	1.000	0.480	0.5298	1.055	0.5473	1.0830
4	1.940	1.150	1.2501	2.311	1.2910	2.5550
MM(i,1) i / 1 (ME/E)						
1	0.74	0.764	0.65	2.11	1.40	2.10
2	0.725	0.730	0.678	2.07	1.46	2.20

RQ(i,j) $\geq$ 1

4.2. Datensatz der Strategien

Für die Datensätze der beiden untersuchten Strategien werden im folgenden nur die Daten dargestellt, die sich gegenüber dem ersten Rechengang veränderten:

Strategie 1	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
A(6,j) (1000DM/J	19 (39)	80 (167)	130 (257)	42 (95)	64 (128)	210 (430)	700 (1455)
DP(6,j) (DM/Einh.)	3.87 (4.30)	5.24 (5.82)	5.67 (6.30)	5.34 (5.93)	4.92 (5.47)	2.77 (3.08)	2.15 (2.39)
Strategie 2							
FA(j) (1000DM/J)	50 (-)	100 (-)	150 (105)	180 (150)	195 (180)	200 (195)	230 (210)

In Klammern wurden jeweils die alten Werte des ersten Rechenganges hinzugefügt.

```
C     SIMULATIONSMODELL ZUR STRATEGIENAUSWAHL
C
C     DEKLARIEREN ALLER GROESSEN
C
C     EINWERTIGE GROESSEN
      INTEGER T,YO,V1,V2,V3,BUMM,ABM,ABG,W,W1,W2,Y,E1,E2,E3,FNEU,ZFPN
      REAL K1,K2,K3,K4,KA,KB,KWE1,LG1D,KST,MGKO,KAE,MGK1,MENGE,MKS,MP
      REAL IMAN1,IMAE1,IGE1,IGN1,MAT,KWE,KPADO,ISEE1,ISEN1
      INTEGER ABSE
C
C     EINDIMENSIONALE VEKTOREN    INTEGER UND REAL
C
      INTEGER P(15),E(15),ZFP(15),ISTAT(6)
      REAL HUE(6),UNO(6),UN1(6),SUN(6),MPO(5),MP1(5),SMP(5),LSO(5)
      REAL LS1(5),SLS(5),MATO(15),MAT1(15),MAT2(15),RPTO(15),RPT1(15)
      REAL RATO(15),RAT1(15),RDTO(15),ROT1(15),RQTO(15),RQT1(15),KDE(15
      REAL SFKSO(15),SFKS1(15),SSFKS(15),DVKSO(15),DVKS1(15),AIMAE(15)
      REAL AIMAN(15),AIGE(30),AIGN(30),AISEE(20),AISEN(20),AB(10),DB(10
      REAL LGO(10),LG1(10),SFLS(15),FA(10),EA(10),LOHN(10),DPP(10)
      REAL DPO(10),AP(10),AM(10),AO(10),DVKSFP(10),DVKSFM(10),DVKSFO(10
      REAL GW(10),U1(10),KGS(10),BU(10),BDP(10),BUM(10),KBU(10),FAW(10)
      REAL DFA(10),KM(15),DEA(10),DPM(10),MKS1(15),SMKS(15),DKM(20)
      REAL FLSO(15),FLS1(15),RRP(20),RRM(20),RRO(20),RRI(20),WEV(15)
      REAL MKSO(15),DB1(15)
C
C     ZWEIDIMENSIONALE VEKTOREN   INTEGER UND REAL
C
      INTEGER STATUS(15,10)
      REAL DP(15,10),A(15,10),RQ(15,10),MPW(10,5),D(15,10),LS(10,5)
      REAL MM(10,2),LSF(10,5),FZ(6,5),DVKSF(15,10),UE(15,10),MK(15,10)
C
C     AUSGABE-GROESSEN
C
      REAL UMS(10),VTGW(10),VTGWD(10),GWNS(10),CF(10),RGW(10),RGWD(10)
      REAL KPAD(15,10)
      EQUIVALENCE(STATUS(1,1),ISTAT(1))
C
C     EINLESEN DER DATEN
C
      READ(5,850)T,M,IPO,IEO,IZFP,YO,V1,V2,V3,BUMM,LI1,LI2,ABM,ABG,ABSE
     1           IZZZ
  850 FORMAT(15I4,I8)
      READ(5,855)DK,Q,HE1,HE2,HE3,HP,HM,F1,F2,ALPHA,BETA,K1,K2,K3,KA,A1
     1           A2,A3,A4,C11,KAE,UMSATZ,K4,KWE1,SLGO,SBU,LG1D,BUO,
     2           BU1,BU2,BDPO,BDP1,SBDP,DFAO,DFA1,HOA,DEAO,DEA1,Q2,DL,
     3           MGKO,MGK1,SUMGK,FGKO,FGK1,SUFGK,VWKO,VWK1,SUVWK,VTKO,
     4           VTK1,SUVTK,KST,TR1,SASMA,SASG,SASSE,GWST,UV,ZS,IMAN1,
     5           IMAE1,IGN1,IGE1,ISEN1,ISEE1,KB,KPADO,FA(1),KM(1)
      READ(5,862)(RRP(I),RRM(I),RRO(I),I=1,20)
  854 FORMAT(3E11.4)
      READ(5,855)(AB(J),DB(J),LGO(J),LG1(J),WEV(J),LOHN(J),EA(J),J=2,8)
  855 FORMAT(7E11.4)
      READ(5,855)(FA(J),DPP(J),DPM(J),DPO(J),AP(J),AM(J),AO(J),J=2,8)
      READ(5,854)(DVKSFP(J),DVKSFM(J),DVKSFO(J),J=2,8)
      READ(5,855)(KDE(J),J=2,8)
      READ(5,855)(HUE(I),UNO(I),UN1(I),SUN(I),MATO(I),MAT1(I),MAT2(I),
     1           I=1,6)
      READ(5,862)(RPTO(I),RPT1(I),RATO(I),RAT1(I),RDTO(I),
```

```
     1              RDT1(I),I=1,6)
      READ(5,855)(RQTO(I),RQT1(I),SFKSO(I),SFKS1(I),SSFKS(I),DVKSO(I),
     1              DVKS1(I),I=1,6)
      READ(5,858)(ISTAT(I),I=1,6)
  858 FORMAT(6I3)
      READ(5,855)(MPO(I),MP1(I),SMP(I),LSO(I),LS1(I),SLS(I),LS(1,I),I=
     1              1,4)
      READ(5,862)(AIMAE(I),AIMAN(I),I=1,3)
      READ(5,861)(AIGE(I),AIGN(I),I=1,20)
  861 FORMAT(2E11.4)
      READ(5,861)(AISEE(I),AISEN(I),I=1,6)
      READ(5,854)(KM(I),I=2,10)
      READ(5,862)((DP(I,J),I=1,6),J=2,8)
  862 FORMAT(6E11.4)
      READ(5,862)((A(I,J),I=1,6),J=2,8)
      READ(5,862)((DVKSF(I,J),I=1,6),J=2,8)
      READ(5,862)((FZ(I,J),I=1,6),J=1,4)
      READ(5,862)((MM(I,J),I=1,6),J=1,2)
      READ(5,855)((MPW(J,I),J=2,8),I=1,2)
      READ(5,855)((LSF(J,I),J=2,8),I=1,4)
C
C     ZUORDNUNG DER WERTE FUER J=1
C
      P(1)=IPO
      E(1)=IEO
      ZFP(1)=IZFP
      UMS(1)=UMSATZ
      U1(1)=0.
C
C     BEGINN DER SIMULATIONSRECHNUNG
C
C
C     BEGINN DER AEUSSEREN SCHLEIFE MIT Y=1
C
      DO 1000 Y=1,YO
      WRITE(6,1002)Y
 1002 FORMAT('X','Y=',I2)
      DO 1003 I=1,15
      DO 1003 J=2,10
      STATUS(I,J)=99
      RQ(I,J)=1.
 1003 KPAD(I,J)=1.
C
C     BEGINN DER INNEREN SCHLEIFE MIT J=2
C
      DO 2000 J=2,T
      WRITE(6,1001)J
 1001 FORMAT('X','J=',I2)
      AR=0.
      UEG=0.
      E1=0
      E2=0
      E3=0
      NEU=HUE(1)*ZFP(J-1)
      P(J)=P(J-1)+NEU
      IF (P(J)-15) 210,1100,1100
  210 N=P(J)
      N1=P(J-1)
```

```
C
C       BEGINN DER PRODUKTGRUPPEN-SCHLEIFE
C
        DO 300 I=1,N1
        IZ=STATUS(I,J-1)
C
C       ERMITTLUNG DER NEUEN ZUSTANDSWERTE DER PLANUNGSPHASE J FUER
C       PRODUKTGRUPPE I, FUER PRODUKTGRUPPEN MIT IZ=1,2,3 UND 4
C
        CALL RANDU(IZZZ,IY,ZZ)
        GO TO (10,10,10,10,802,803,21,21,36,35),IZ
   10   IF (ZZ-HUE(IZ+1)) 13,14,14
   13   STATUS(I,J)=IZ+1
        IZZ=IZ+1
        GO TO 902
   14   STATUS(I,J)=IZ
        IZZ=IZ
        GO TO 902
  802   CONTINUE
C
C       ZUSTANDSWERTE DER PRODUKTGRUPPEN MIT STATUS=5 IN DER PERIODE J-1
C
        IF (ZZ-HUE(6)) 803,804,804
  803   STATUS(I,J)=6
        AR=AR+A(I,J)
        MK(I,J)=0.
        UE(I,J)=0.
        GO TO 903
  804   CONTINUE
        STATUS(I,J)=5
        IZZ=5
        GO TO 902
C
C       ZUSTANDSWERTE FUER PRODUKTGRUPPEN MIT STATUS=6
C
C
C       ZUSTANDSWERTE FUER PRODUKTGRUPPEN MIT STATUS 7 UND 8 IN PERIODE J-
C       1
   21   IF (ZZ-HE1) 23,24,24
   23   E1=E1+1
C
C       ENTWICKLUNGSPROJEKT IN DIESER PRODUKTGRUPPE ERFOLGLOS BEENDET
C
        CALL RANDU(IZZZ,IY,ZZ)
        IF (ZZ-HUE(IZ-3)) 25,26,26
   25   STATUS(I,J)=IZ-3
        IZZ=IZ-3
        GO TO 902
   26   CONTINUE
        STATUS(I,J)=IZ-4
        IZZ=IZ-4
        GO TO 902
   24   CONTINUE
        IF (ZZ-HE1-HE2) 805,28,28
  805   E2=E2+1
C
C       ENTWICKLUNGSPROJEKT IST ERFOLGREICH BEENDET--NEUE WACHSTUMSPHASE
C
        STATUS(I,J)=2
        IZZ=2
        GO TO 902
```

```
   28 CONTINUE
      IF (ZZ-HE1-HE2-HE3) 806,30,30
  806 E3=E3+1
C
C     ENTWICKLUNGSPROJEKT IST ERFOLGREICH BEENDET--NEUE REIFEPHASE
C
      STATUS(I,J)=3
      IZZ=3
      GO TO 902
   30 CONTINUE
C
C     ENTWICKLUNGSPROJEKT NOCH NICHT BEENDET
C
      CALL RANDU(IZZZ,IY,ZZ)
      IF (ZZ-HUE(IZ-3)) 31,32,32
   31 STATUS(I,J)=IZ+1
      IZZ=IZ-3
      GO TO 902
   32 STATUS(I,J)=IZ
      IZZ=IZ-4
      GO TO 902
C
C     ZUSTANDSWERTE FUER PRODUKTGRUPPEN MIT STATUS 9 IN DER PERIODE J-1
   36 IF (ZZ-HE1) 37,38,38
   37 E1=E1+1
C     ENTWICKLUNGSPROJEKT IST ERFOLGLOS BEENDET
C
      GO TO 802
   38 CONTINUE
      IF (ZZ-HE1-HE2) 805,40,40
   40 IF (ZZ-HE1-HE2-HE3) 806,39,39
   39 CALL RANDU(IZZZ,IY,ZZ)
      IF (ZZ-HUE(6)) 808,44,44
  808 STATUS(I,J)=10
      UE(I,J)=0.
      AR=AR+A(I,J)
      MK(I,J)=0.
      GO TO 903
   44 CONTINUE
      STATUS(I,J)=9
      IZZ=5
      GO TO 902
   35 CONTINUE
      IF (ZZ-HE1) 45,46,46
   45 E1=E1+1
      GO TO 803
   46 CONTINUE
      IF (ZZ-HE1-HE2) 805,48,48
   48 IF (ZZ-HE1-HE2-HE3) 806,808,808
  902 UM=UNO(IZZ)+UN1(IZZ)*J
      CALL GAUSS(IZZZ,SUN(IZZ),UM,UE(I,J))
  903 CONTINUE
  300 CONTINUE
C
C     PRODUKTGRUPPEN-SCHLEIFE: FORTSETZUNG; ZUSTANDSWERTE NEUER PRODUKT
C     GRUPPEN AUS FORSCHUNGSPROJEKTEN
C
      N1=N1+1
      IF(N1-N)479,479,480
  479 CONTINUE
```

```
      DO 400 I=N1,N
      STATUS(I,J)=1
      WRITE(6,55)I,J
   55 FORMAT(' NEUE PRODUKTGRUPPE: I=',I3,'J=',I3)
      UM=UNO(1)+UN1(1)*J
      CALL GAUSS(IZZZ,SUN(1),UM,UE(I,J))
      CALL RANDU(IZZZ,IY,ZZ)
      IF (ZZ-HP) 51,51,52
   51 CALL ZUTEIL(DPP,AP,DVKSFP,DP,A,DVKSF,T,I)
      GO TO 59
   52 IF (ZZ-HP-HM) 53,53,54
   53 CALL ZUTEIL(DPM,AM,DVKSFM,DP,A,DVKSF,T,I)
      GO TO 59
   54 CALL ZUTEIL(DPO,AO,DVKSFO,DP,A,DVKSF,T,I)
   59 CALL AUSWAL(IZZZ,HM,HP,RRP,RRM,RRO,RRI)
      RPTO(I)=RRI(1)-RRI(2)*(J-2)
      RPT1(I)=RRI(2)
      RATO(I)=RRI(3)-RRI(4)*(J-2)
      RAT1(I)=RRI(4)
      RDTO(I)=RRI(5)-RRI(6)*(J-2)
      RDT1(I)=RRI(6)
      MATO(I)=RRI(7)-RRI(8)*(J-2)+RRI(9)*(J-2)*(J-2)
      MAT1(I)=RRI(8)-2*RRI(9)*(J-2)
      MAT2(I)=RRI(9)
      DVKSO(I)=RRI(10)-RRI(11)*(J-2)
      DVKS1(I)=RRI(11)
      MKSO(I)=RRI(12)-RRI(13)*(J-2)
      MKS1(I)=RRI(13)
      SMKS(I)=RRI(14)
      FLSO(I)=RRI(15)-RRI(16)*(J-2)
      FLS1(I)=RRI(16)
      SFLS(I)=RRI(17)
      SFKSO(I)=RRI(18)-RRI(19)*(J-2)
      SFKS1(I)=RRI(19)
      SSFKS(I)=RRI(20)
      RQTO(I)=1.
  400 RQT1(I)=0.
  480 IW=1
      DO 224 I=1,N
      IF (UE(I,J)) 222,226,226
  222 WRITE(6,223)I,J,UE(I,J)
  223 FORMAT(' UMSATZ NEGATIV :: UE(',I2,',',I2,')=',E11.4)
      UE(I,J)=-UE(I,J)
  226 UEG=UEG+UE(I,J)
  224 CONTINUE
      W=1
  499 CALL RANDA(W,IZZZ,U)
      IF (W-50) 1,1,2
    2 WRITE(3,3)IW
    3 FORMAT(' IW OSZILLIERT',I2)
      GO TO 95
    1 CONTINUE
      U1(J)=U
      IF (U+2) 91,92,92
   91 IF (U1(J-1)-2) 92,92,499
   92 IF (U-2) 95,95,96
   96 IF (U1(J-1)+2) 499,499,95
   95 KGS(J)=(1+SLGO*U/LGO(J))*KA
```

```
C
C       BRANCHEN-UMSATZERMITTLUNG
C
        IW=1
        W1=1
        CALL RAND(W1,U1(J),IW,IZZZ,U)
        UBU=U*SBU*(M/(M-3)*(1/M+C11*(LG1(J)-LG1D)*(LG1(J)-LG1D)))**0.5
        BU(J)=BU0+BU1*LG1(J)+UBU
        IW=3
        W2=1
        CALL RAND(W2,U1(J),IW,IZZZ,U)
C
C       BRANCHEN-DURCHSCHNITTSPREISERMITTLUNG
C
        UBDP=U*SBDP
        BDP(J)=BDP0+BDP1*J+UBDP
        IF (BUMM-1) 103,104,103
  104   UBUM=UBU
        BUM(J)=BU(J)
        KBU(J)=KB*BUM(J)*BDP(J)/((BUM(J)-UBUM)*(BDP(J)-UBDP))
        GO TO 111
  103   CONTINUE
        KBU(J)=KB*BU(J)/(BU(J)-UBU)
  111   IW=4
        W2=1
        FA0=FA(J)
        EA0=EA(J)
C
C       ZAHL UND AUSWAHL NEUER ENTWICKLUNGSPROJEKTE
C
        DEA(J)=DEA0+DEA1*J
        IE=EA(J)/DEA(J)
        E(J)=IE
        ENEU=E(J)-E(J-1)+E1+E2+E3
        IF (ENEU) 811,811,94
   94   CONTINUE
        DO 503 I=1,N
        IF (STATUS(I,J)-5) 503,112,503
  112   STATUS(I,J)=9
        ENEU=ENEU-1
        IF (ENEU) 811,811,503
  503   CONTINUE
        DO 813 I=1,N
        IF (STATUS(I,J)-4) 813,116,813
  116   STATUS(I,J)=8
        ENEU=ENEU-1
        IF (ENEU) 811,811,813
  813   CONTINUE
        EAR=DEA(J)*ENEU
        FA(J)=FA(J)+EAR
        EA(J)=EA(J)-EAR
  811   X=FA(J)/FA(J-1)
        IF (X-F2) 105,105,106
  105   FAW(J)=FA(J)-(FA(J-1)-FA(J))**BETA
        GO TO 812
  106   IF (X-F1) 107,107,108
  107   FAW(J)=FA(J)
        GO TO 812
  108   FAW(J)=FA(J-1)+(FA(J)-FA(J-1))**ALPHA
```

```
C
C       ZAHL NEUER FORSCHUNGSPROJEKTE
C
  812 DFA(J)=DFA0+DFA1*J
      IZFP=FAW(J)/DFA(J)
      ZFP(J)=IZFP
      IZFPA=HOA*ZFP(J-1)
      ZFPN=ZFP(J)-ZFP(J-1)+IZFPA+NEU
      IF (ZFPN) 109,502,502
  109 IZFPA=IZFPA-ZFPN
      ZFPN=0
  502 CONTINUE
      CALL LOHNSA(LI2,M,LOHN(J),DL,Q2,LS0,LS1,LSF,LS,J,SLS)
      UK1=0.01
      UEE=0.01
      DB2=0.01
      MENGE=0.01
      DO 600 I=1,N
C
C       KPAD-BERECHNUNG FUER PRODUKTGRUPPEN MIT STATUS 1,2,3,4,5,7,8,9
C
      IF (STATUS(I,J)-6) 119,120,119
  120 DB1(I)=0.
      GO TO 600
  119 CONTINUE
      IF (STATUS(I,J)-10) 121,122,121
  122 DB1(I)=0.
      EK=DEA(J)
      GO TO 818
  121 CONTINUE
      DVKS=DVKS0(I)+DVKS1(I)*J+DVKSF(I,J)
      D(I,J)=DVKS
      PAAD=A(I,J)+AR*UE(I,J)/UEG
      CALL PAD(RPT0(I),RPT1(I),J,DP(I,J),BDP(J),K1,DRPT)
      CALL PAD(RAT0(I),RAT1(I),J,PAAD,AB(J),K2,DRAT)
      CALL PAD(RDT0(I),RDT1(I),J,D(I,J),DB(J),K3,DRDT)
      PADB=1.
      CALL PAD(RQT0(I),RQT1(I),J,RQ(I,J),PADB,K4,DRQT)
      MAT=MAT0(I)+MAT1(I)*J+MAT2(I)*J*J
      A22=A2*WEV(J)
      A33=A3*KDE(J)
      DMAT=DRPT**A1*DRAT**A22*DRQT**A4*MAT/(DRDT**A33)
      IF (BUMM-1) 131,132,131
  131 BUM(J)=BU(J)/BDP(J)
  132 MK(I,J)=DMAT*BUM(J)
      UE(I,J)=UE(I,J)*KBU(J)*KGS(J)
      KPAD(I,J)=(ABS(MK(I,J)*DP(I,J)/UE(I,J)))**KPAD0
      UE(I,J)=UE(I,J)*KPAD(I,J)
      MK(I,J)=UE(I,J)/DP(I,J)
C
C       BERECHNUNG DER DIREKTZURECHENBAREN KOSTEN JE PRODUKTGRUPPENEINHEI
C
      IF (I-IPO) 135,135,136
  136 UM=MKS0(I)+MKS1(I)*J
      CALL GAUSS(IZZZ,SMKS(I),UM,MKS)
      UM=FLS0(I)+FLS1(I)*LOHN(J)
      CALL GAUSS(IZZZ,SFLS(I),UM,FLS)
      GO TO 138
  135 CONTINUE
      MKS=0.
```

```
      DO 603 L=1,LI1
      UM=MPO(L)+MP1(L)*J+MPW(J,L)
      CALL GAUSS(IZZZ,SMP(L),UM,MP)
  603 MKS=MKS+MM(I,L)*MP
      FLS=0.
      DO 815 L=1,LI2
  815 FLS=FLS+FZ(I,L)*LS(J,L)
  138 UM=SFKSO(I)+SFKS1(I)*J
      CALL GAUSS(IZZZ,SSFKS(I),UM,SFKS)
      DB1(I)=MK(I,J)*(DP(I,J)-MKS-FLS-SFKS-DVKS)-A(I,J)
C
C     DB2-BERECHNUNG FUER PRODUKTGRUPPE  I
C
      UEE=UEE+UE(I,J)
      UK1=UK1+UE(I,J)/DRPT
      MENGE=MENGE+MK(I,J)
  818 DB2=DB2+DB1(I)-EK
  600 CONTINUE
      ALG=MENGE/KM(J)
      IF (ALG-1) 6010,134,134
  134 FM=MENGE-KM(J)
      WRITE(6,199)J,FM
  199 FORMAT(' ZU GERINGE KAPAZITAET: FM(',I2,')=',E11.4)
      DO 601 I=1,N
      UE(I,J)=DP(I,J)*KM(J)*MK(I,J)/MENGE*0.999
  601 MK(I,J)=UE(I,J)/DP(I,J)
 6010 CONTINUE
C
C     ROHGEWINNERMITTLUNG
C
      UMS(J)=UEE
      UM=MGKO+MGK1*UK1
      CALL GAUSS(IZZZ,SUMGK,UM,UMGK)
      UM=FGKO+FGK1*UK1
      CALL GAUSS(IZZZ,SUFGK,UM,UFGK)
      UM=VWKO+VWK1*UK1
      CALL GAUSS(IZZZ,SUVWK,UM,UVWK)
      UM=VTKO+VTK1*UK1
      ST=KST*UMS(J)
      CALL GAUSS(IZZZ,SUVTK,UM,UVTK)
      RGW(J)=DB2-UMGK-UFGK-UVWK-UVTK-ST-FA(J)
C
C     ERMITTLUNG DER ABSCHREIBUNGEN
C
      DKM(J+V1)=KM(J+V1)-KM(J+V1-1)
      DKM(J+V2)=KM(J+V2)-KM(J+V2-1)
      DKM(J+V3)=KM(J+V3)-KM(J+V3-1)
      EKM=KM(J)*KAE
      TTR1=TR1**J
      AIMAN(J+ABM-1)=IMAN1*TTR1*DKM(J+V1)
      AIGN(J+ABG-1)=IGN1*TTR1*DKM(J+V2)
      AISEN(J+ABSE-1)=ISEN1*TTR1*DKM(J+V3)
      AIMAE(J+ABM-1)=IMAE1*TTR1*EKM
      AIGE(J+ABG-1)=IGE1*TTR1*EKM
      AISEE(J+ABSE-1)=ISEE1*TTR1*EKM
      ABSMAS=0.
      NO=J+ABM-1
      DO 701 L=J,NO
  701 ABSMAS=ABSMAS+(AIMAE(L)+AIMAN(L))*SASMA
      ABSGS=0.
      NO=J+ABG-1
```

```
      DO 702 L=J,NO
  702 ABSGS=ABSGS+(AIGE(L)+AIGN(L))*SASG
      ABSSES=0.
      NO=J+ABSE-1
      DO 703 L=J,NO
  703 ABSSES=ABSSES+(AISEE(L)+AISEN(L))*SASSE
C
C     ERMITTLUNG DES CASHFLOW UND DES VERTEILBAREN GEWINNES
C
      GW(J)=RGW(J)-ABSMAS-ABSGS-ABSSES
      GWNS(J)=GW(J)*(1-GWST)
      CF(J)=GWNS(J)+ABSMAS+ABSGS+ABSSES
      VTGW(J)=CF(J)-AIMAN(J+ABM-1)-AIGN(J+ABG-1)-AISEN(J+ABSE-1)-
     1        AIMAE(J+ABM-1)-AIGE(J+ABG-1)-AISEE(J+ABSE-1)-UV*(UMS(J)-
     2        UMS(J-1))
      VTGWD(J)=VTGW(J)/((1+ZS)**J)
      RGWD(J)=GW(J)/UMS(J)
      FA(J)=FAO
      EA(J)=EAO
 2000 CONTINUE
C
C     AUSDRUCK DER ERGEBNISSE EINES SIMULATIONSLAUFES
C
 1100 CONTINUE
      WRITE(6,750)(RGW(J),CF(J),VTGW(J),UMS(J),GW(J),VTGWD(J),RGWD(J),
     1             J=2,T)
  750 FORMAT(' ',7E11.4)
      WRITE(6,751)((STATUS(I,J),J=2,T),I=1,N)
  751 FORMAT(' ',7I3)
  752 FORMAT(' ',E11.4)
 1000 CONTINUE
      WRITE(6,753)YO
  753 FORMAT(' ',' ENDE DER SIMULATION: YO=',I2)
      END
```

```
      SUBROUTINE LOHNSA(LI2,M,LOHN,DL,Q2,LSO,LS1,LSF,LS,J,SLS)
C     ERMITTLUNG DES LOHNSATZES
      INTEGER W1
      REAL LS(10,5),SLS(5),LSF(10,5),LSO(5),LS1(5),LOHN
      DO 815 L=1,LI2
      IW=5
      W1=1
  817 CALL RANDA(W1,IZZZ,U)
      W1=W1+1
      ULS=U*SLS(L)*(M/(M-2)*(1/M+(LOHN-DL)*(LOHN-DL)/Q2))**0.5
      LS(J,L)=LSO(L)+LS1(L)*LOHN+ULS+LSF(J,L)
      IF (LS(J,L)-LS(J-1,L)) 137,137,815
  137 IF (W1-50) 817,140,140
  140 WRITE(6,3)IW
    3 FORMAT(' IW OSZILLIERT',I2)
  815 CONTINUE
      RETURN
      END
```

```
      SUBROUTINE PAD(PADO,PAD1,J,PAD,PADB,K,DPAD)
C     ERMITTLUNG DER DRPT-DRAT-DRDT-DRQT-WERTE
      REAL PADT,K
      PADT=PADO+PAD1*J
      IF (PADT) 5,5,6
    5 WRITE(6,7)PADT,K
    7 FORMAT(' PADT=',E11.4,'K=',E11.4)
      PADT=-PADT
    6 DPAD=PAD/(PADB*PADT)
      IF (DPAD-0.0001) 8,8,9
    8 WRITE(6,7)DPAD,K
    9 CONTINUE
      IF (DPAD-K) 1,1,2
    1 K=2-K
      IF (DPAD-K) 4,3,3
    3 DPAD=1
    4 K=2-K
    2 RETURN
      END



      SUBROUTINE ZUTEIL(ZU1,ZU2,ZU3,DP,A,DVKSF,T,I)
C     ZUTEILUNG DER P-A-D-Q-WERTE
      REAL ZU1(10),ZU2(10),ZU3(10)
      REAL DP(15,10),A(15,10),DVKSF(15,10)
      INTEGER T
      DO 500 L=2,T
      DP(I,L)=ZU1(L)
      A(I,L)=ZU2(L)
      DVKSF(I,L)=ZU3(L)
  500 CONTINUE
      RETURN
      END



C     ERMITTLUNG VON U DER NORMALVERTEILUNG
      SUBROUTINE NDTRI(P,X,D,IE)
      IE=0
      IF(P)1,4,2
    1 IE=-1
      GO TO 12
    2 IF(P-1.0)7,6,1
    4 X=-.999999E+74
    5 D=0.0
      GO TO 12
    6 X=.999999E+74
      GO TO 5
    7 D=P
      IF(D-0.5)9,9,8
    8 D=1.0-D
    9 T2=ALOG(1.0/(D*D))
      T=SQRT(T2)
      X=T-(2.515517+0.802853*T+0.010328*T2)/(1.0+1.432788*T+0.189269*T2
     1  +0.001308*T*T2)
      IF(P-0.5)10,10,11
   10 X=-X
   11 D=0.3989423*EXP(-X*X/2.0)
   12 RETURN
      END
```

```
      SUBROUTINE RAND(W,U2,IW,IZZZ,U)
C     U- UND W-ZAEHLER - ERMITTLUNG
      INTEGER W
  810 CALL RANDU(IZZZ,IY,ZZ)
      CALL NDTRI(ZZ,U,D,IER)
      W=W+1
      IF (U-1.5) 99,99,100
  100 IF (U2+1.5) 101,99,99
  101 IF (W-50) 810,810,5
    5 WRITE(6,8)IW
    8 FORMAT(' IW OSZILLIERT',I2)
   99 RETURN
      END


      SUBROUTINE RANDA(IW,IZZZ,U)
C     U-ERMITTLUNG OHNE W-AUSDRUCK
      REAL D,ZZ
      CALL RANDU(IZZZ,IY,ZZ)
      CALL NDTRI(ZZ,U,D,IER)
      IW=IW+1
      RETURN
      END


      SUBROUTINE GAUSS(IX,S,AM,V)
C     ERZEUGUNG EINES NORMALVERTEILTEN Y-WERTES
      A=0.0
      DO 50 I=1,12
      CALL RANDU(IX,IY,Y)
   50 A=A+Y
      V=(A-6.0)*S+AM
      RETURN
      END


      SUBROUTINE AUSWAL(IZZZ,HM,HP,PESS,DMITT,OPT,AUSGAB)
C     SUBROUTINE ZUR AUSWAHL DER PESSIMIST-OPTIMIST-VARIANTEN
      REAL PESS(20),DMITT(20),OPT(20),AUSGAB(20),ZZ
      DO 100 I=1,20
      CALL RANDU(IZZZ,IY,ZZ)
      IF (ZZ-HM-HP) 1,2,3
    1 AUSGAB(I)=PESS(I)+ZZ*(DMITT(I)-PESS(I))
      GO TO 100
    2 AUSGAB(I)=OPT(I)
      GO TO 100
    3 AUSGAB(I)=DMITT(I)+(ZZ-HM-HP)*(OPT(I)-DMITT(I))
  100 CONTINUE
      RETURN
      END


C     SUBROUTINE ZUR ERMITTLUNG GLEICHVERTEILTER ZUFALLSZAHLEN
      SUBROUTINE RANDU(IX,IY,YFL)
      IY=IX*65539
      IF(IY)5,6,6
    5 IY=IY+2147483647+1
    6 YFL=IY
      YFL=YFL*.4656613E-9
      IX=IY
      RETURN
      END
```

L E B E N S L A U F

8.4.1942	geboren in Hannover (Deutschland) als Sohn des Betriebsleiters Dr. Ing. Gerhard Aurich und Irmgard Aurich, geb. Strate; wohnhaft in Misburg (Hannover), Am Alten Schützenplatz 21
Ostern 1948	Eintritt in die Grundschule in Misburg
Ostern 1952	Wechsel zum neusprachlich-mathematischen Gymnasium 'Tellkampfschule' in Hannover
Ostern 1961	Abitur an der Tellkampfschule
WS 61/62	Aufnahme des Maschinenbaustudiums an der Technischen Universität Hannover mit Vorlesungen und Uebungen bei den Herren Th. Kaluza (Mathematik), G. Bertram (Mathematik), E. Pfestorf (Elektrotechnik), E. Pestel (Mechanik), H. Matting (Werkstoffkunde), H. Ohm (Volkswirtschaftslehre)
WS 63/64	Diplom-Vorprüfung an der Technischen Universität Hannover
SS 1964	Fortsetzung des Maschinenbaustudiums an der Technischen Hochschule München mit Vorlesungen und Uebungen bei den Herren H. Neuber (Mechanik), E. Truckenbrodt (Strömungsmechanik), U. Grigull (Thermodynamik), K. Müller (Fertigungstechnik), A. Hussmann (Verbrennungsmotoren), J. Raabe (Pumpen), H.J. Thomas (Dampfturbinen), F. Dreher (Fördertechnik)
SS 1966	Abschluss mit dem Grad eines Diplom-Ingenieurs
WS 66/67	Aufnahme des Arbeits- und Wirtschaftswissenschaftlichen Aufbaustudiums an der Technischen Hochschule München mit Vorlesungen und Uebungen bei den Herren K.F. Bussmann (Betriebswirtschaftslehre), P. Mertens (Datenverarbeitung), H. Wedekind (Operations Research), J. Heinhold (Statistik), W. Bernhardt (Wirtschaftsrecht), W. Meinhold (Volkswirtschaftslehre), W. Hartke (Wirtschaftsgeographie), H. Schmidtke (Arbeitspsychologie), K. Müller (Betriebsplanung)
WS 68/69	Abschluss mit dem Grad eines Diplom-Wirtschaftsingenieurs
Feb. 1969	Eintritt als wissenschaftlicher Mitarbeiter in die Prognos AG, Basel, im Bereich 'Unternehmensberatung'

1969	Heirat mit Heli Rührschneck
WS 69/70	Beginn der Dissertationsarbeit unter Anleitung von Prof. Dr. W. Hill, Basel
SS 1970	Aufnahme betriebswirtschaftlicher Studien an der Universität Basel mit Vorlesungen und Seminaren der Herren W. Hill (Betriebswirtschaftslehre), M. Timmermann (Standortlehre), G. Bombach (Wirtschaftliches Wachstum)
3. Juli 1971	mündliche Doktorprüfung an der Universität Basel

Gegenwärtig bis ich bei der Prognos AG, Basel, als Projektleiter im Bereich 'Unternehmensberatung' tätig.

Wolfgang Aurich